

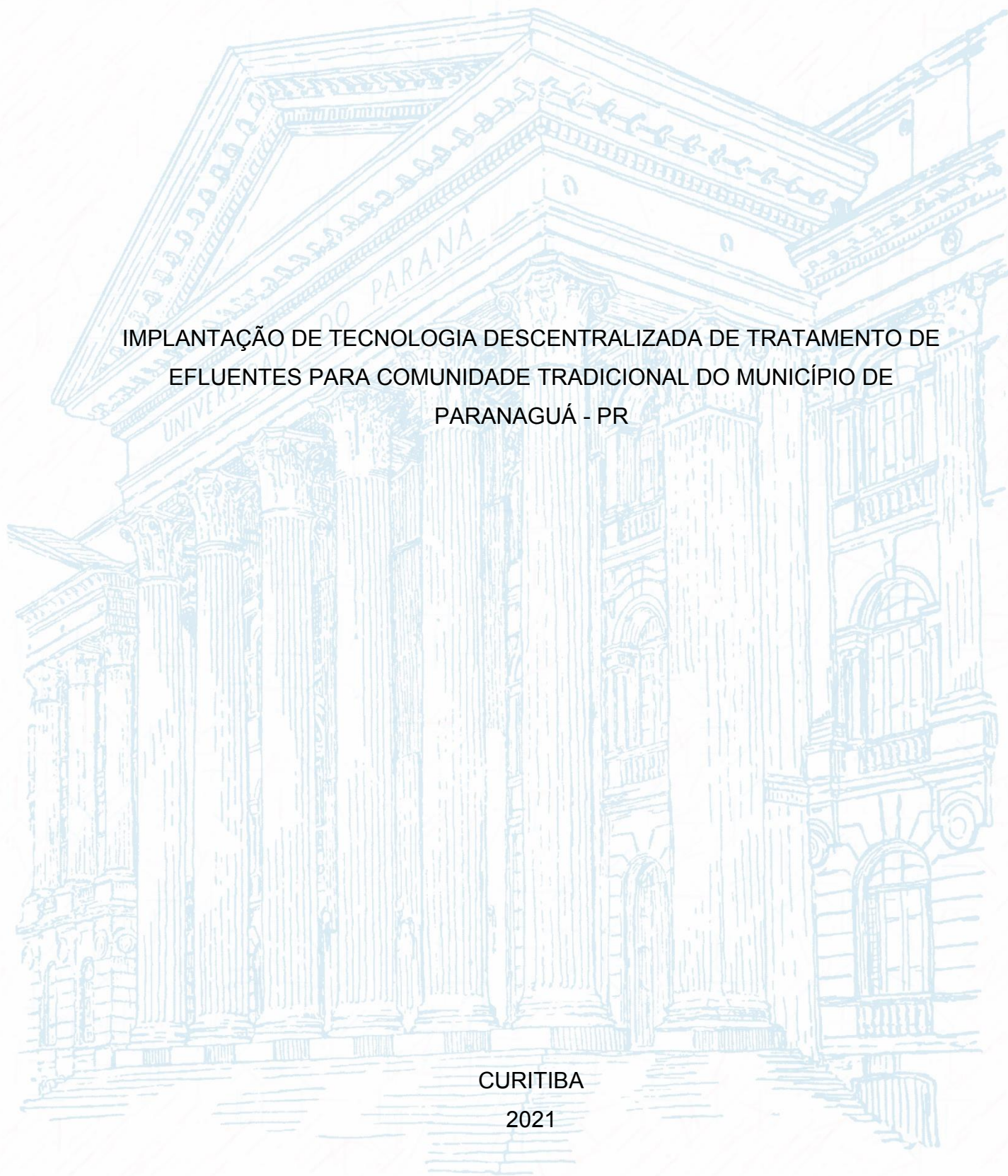
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZA NATALINO

IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA DESCENTRALIZADA DE TRATAMENTO DE  
EFLUENTES PARA COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE  
PARANAGUÁ - PR

CURITIBA

2021



LUIZA NATALINO

IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA DESCENTRALIZADA DE TRATAMENTO DE  
EFLUENTES PARA COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE  
PARANAGUÁ - PR

Documento apresentado ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Flavia Locateli Godoi.

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

N272i    Natalino, Luiza  
          Implantação de tecnologia descentralizada de tratamento de efluentes para comunidade tradicional do município de Paranaguá - PR [recurso eletrônico] / Luiza Natalino. – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2021.

Orientadora: Ana Flavia Locateli Godoi.

1. Saneamento rural. 2. Indígenas. 3. Comunidades. I. Universidade Federal do Paraná. II. Godoi, Ana Flavia Locateli. III. Título.

CDD: 363.72091734

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA  
AMBIENTAL - 40001016075P3

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUIZA NATALINO** intitulada: **IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA DESCENTRALIZADA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES PARA COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ - PR**, sob orientação da Profa. Dra. ANA FLÁVIA LOCATELI GODOI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 31 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

01/04/2021 13:38:55.0

ANA FLÁVIA LOCATELI GODOI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

06/04/2021 11:56:57.0

TAMARA SIMONE VAN KAICK

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

01/04/2021 13:55:00.0

MICHAEL MANNICH

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Centro Politécnico da UFPR - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3012 - E-mail: ppgea@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 86943

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 86943**

*Ñande mbaraete´i katu  
Pavê´i jupivegua´i  
Ñamonhendu´i katu  
Mborai javy´a awã  
Javy´a awã*

*Canto guarani para fortalecer o corpo e o espírito*

**Dedico este trabalho aos povos tradicionais do Litoral do Paraná**

## **AGRADECIMENTOS**

Começar a escrever os agradecimentos para finalizar esta pesquisa foi um desafio tão grande quanto executá-la. Houve o envolvimento de muitas pessoas para que eu pudesse desenvolvê-la e concluí-la. Por isso, antes de falar das pessoas, agradeço à força maior que me apoiou e fortaleceu a chegar até aqui. Essa força eu enxergo na natureza e é o que faz acreditar e não desistir de fazer algo bom neste mundo. Então, agradeço a Deus, a Nhanderu, às forças da natureza que ainda são tão presentes.

Agora, passando para as pessoas, primeiro gostaria de agradecer meus pais, Marcia e Alexandre, por me apoiarem há quase 28 anos nas minhas escolhas, sempre com muito amor. E estendo este agradecimento aos meus irmãos, Mariana e Juninho. Agradeço meu companheiro Pedro por ter vivido intensamente comigo o período desta pesquisa, me apoiando em todos os momentos possíveis, fazendo sempre uma comidinha gostosa e me fazendo sentir amada sempre. E minha Chicosa que chegou no meio da quarentena para me sorrir mais ainda e me fazer companhia. Agradeço meus amigos que apoiam sempre minhas ideias e me fazem sentir especial: Beatriz, Bianca, Cristine, Verônica, Nicole, Carlitos e tantos outros maravilhosos que alegram minha vida. Cada um tem um papel fundamental neste processo todo e sou muito agradecida por ter vocês na minha vida! E, dentre todos, preciso deixar um agradecimento especial a uma amiga que viveu e se envolveu muito com o meu trabalho: Brendolina. Obrigada por participar de todas as etapas de tudo que eu faço desde que você me conheceu, é uma parceria de vida que deu muito certo! E para finalizar este parágrafo, deixo um agradecimento à Gabi que me ajuda sempre a parar, respirar e me respeitar no meio deste processo todo e outro agradecimento à Jô que foi um refúgio semanal nesses 24 meses.

Agora dois agradecimentos especiais: a minha orientadora, Ana Flavia, por topar sempre minhas ideias, por confiar no meu trabalho, ter me dado a liberdade que estudar algo que acredito muito e, também, pela amizade nesses últimos 6 anos; e à Cacique Juliana Kerexu por me acolher na sua casa, trabalhar duro junto comigo, pela amizade que construímos e por ter me incluído na sua família! Aprendi muito com você, Ju, e tudo isso vou levar para a vida.

Agradeço as 58 pessoas que apoiaram financeiramente a execução do projeto e à CAPES pela bolsa de estudo nesses 24 meses que me possibilitou focar

integralmente neste trabalho. Agradeço o empreiteiro Cleiton por realizar todo o trabalho sem ter lucro, agradeço todas as 40 pessoas maravilhosas que acreditaram e foram até a aldeia realizar as vivências. Os momentos com vocês foram maravilhosos. Agradeço os voluntários que foram IMPRECINDÍVEIS na execução de tudo e fizeram o serviço mais pesado: Deise, Alexandre, Janine, Catherine, Gabriel, Michele, Larissa, Henrique. Obrigada por se doarem tanto durante o dia e pelas rodas de conversa na fogueira durante à noite. Agradeço ao Anderson, morador de Paranaguá por cuidar do meu carro quando deixava ele dias na rua, por me ajudar sempre a carregar os materiais e por topa ir até a aldeia me ajudar com trabalhos pesados. Agradeço ao Projeto Origem (Bru, Juan e Nath) por serem meus grandes parceiros no projeto e por registrarem os cursos lindamente.

Agradeço todos os moradores de Encantadas, Amparo, Teixeira e Piaçaguera por doarem seu tempo e participar desta pesquisa. Agradeço a Giovanna que aceitou minha coorientação e foi para as ilhas comigo para realizar as entrevistas de baixo de chuva e de sol.

Agradeço também meus colegas do PPGEA que me apoiaram em várias etapas da pesquisa. Deixo um agradecimento especial à Leatrice, ao Lucas, ao André e ao Denner que sempre estavam dispostos a me ajudar. Agradeço também o Leonildo que sempre foi muito querido e disponível na secretaria. Agradeço os professores Tamara e Michael por toparam participar da minha banca e por acrescentarem importantes contribuições ao meu trabalho.

E, voltando à aldeia, deixo um agradecimento ao Vice Cacique Flávio que mergulhou de cabeça na ideia, me divertiu com suas histórias loucas e trabalhou duro junto comigo; outro agradecimento aos meninos da aldeia que também trabalharam muito pesado; à Rose que sempre nos alimentou e nos fez rir com suas caras de brava; ao Rick e Dona Rosalina que sempre nos transmitiam muita paz; ao Carapé que foi meu companheiro em todos os momentos dentro da aldeia. E, por fim, agradeço todos os indígenas das mais de trezentas etnias do Brasil que resistem há 521 anos e ainda nos ensinam e acolher com muita humildade. Que nós lembremos sempre: o Brasil é terra indígena!



## RESUMO

A cobertura de abastecimento de água (AA) e esgotamento sanitário (ES) nas áreas rurais é expressivamente menor do que em áreas urbanas no Brasil, não sendo diferente no estado do Paraná, cuja população rural tem grande diversidade cultural e inclui a presença de populações indígenas e comunidades tradicionais, com modos de vida diferenciados. Ademais, os dados de saneamento em aldeias indígenas e comunidades tradicionais são escassos e há poucos estudos que avaliem a aceitabilidade de tais populações no processo de implantação de tecnologias. Por isso, a implantação de tais tecnologias no ambiente rural sem a participação, o envolvimento e a aceitação das comunidades no processo, não resolve o problema da falta de saneamento. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver, por meio de envolvimento participativo, uma proposta de implantação de tecnologia descentralizada não convencional para tratamento de efluentes em uma comunidade rural do município de Paranaguá. A pesquisa foi dividida em três fases: diagnóstico e escolha da comunidade; aproximação de definição da tecnologia; dimensionamento, construção e monitoramento. O diagnóstico foi feito por meio de questionário baseado nas questões do último censo do IBGE relacionadas ao AA e ES e aplicado a partir de visitas e entrevistas porta a porta nas comunidades de Amparo, Piaçaguera, Ilha do Teixeira, Vila de Encantadas e Tekoa Takuaty. Os resultados apontaram que os serviços de abastecimento de água são relativamente adequados e satisfatórios nas cinco comunidades. No entanto, o déficit em esgotamento sanitário foi de 48% na Vila de Encantadas, 64% em Amparo, 58% na Ilha do Teixeira, 33% em Piaçaguera e 100% na Tekoa Takuaty. Já a escolha da comunidade foi realizada por meio da indicação de interesse das lideranças, tendo como prioridade as comunidades de maior déficit em esgotamento sanitário. A comunidade escolhida, portanto, foi a aldeia Guarani Tekoa Takuaty, pois também houve interesse da Cacique Juliana Kerexu. A definição da tecnologia, por sua vez, foi realizada juntamente com a liderança da comunidade, considerando aspectos culturais, ambientais e operacionais, sendo definida de forma conjunta com a cacique, a Bacia de Evapotranspiração (BET). Enquanto as estratégias de aproximação utilizadas foram visitas frequentes e a criação de uma iniciativa socioambiental, Projeto Bananheiros, para garantir o processo participativo. Foram criados cursos/vivências, o que ajudou a arrecadar fundos para a construção e fortalecer a comunidade. O dimensionamento foi realizado considerando as condições ambientais locais e estimativa do volume de efluentes produzido na comunidade. E a construção foi conduzida de forma participativa entre janeiro e março de 2020, com envolvimento da aldeia e da sociedade civil, apesar das diversas dificuldades, principalmente devido ao acesso à comunidade e ao elevado índice de chuvas do período. A BET foi construída com 8,25 m<sup>2</sup> de área superficial e 1,20 m de profundidade, resultando em um volume útil de aproximadamente 5 m<sup>3</sup>. O monitoramento foi realizado entre março de 2020 e janeiro de 2021 a partir das condições ambientais deste período. Ao avaliar o balanço hídrico em três cenários diferentes, concluiu-se que o dimensionamento foi adequado para o período avaliado, mas sugere-se que seja construído um pós-tratamento, pois em períodos de muita chuva, possivelmente haverá excesso de efluente no sistema.

Palavras-chave: Saneamento Rural. Comunidades Tradicionais. Povos Indígenas. Bacia de Evapotranspiração.

## ABSTRACT

The water supply (WS) and sanitation services (SS) coverage in rural areas is expressively lower than in urban areas in Brazil, not unlike in the state of Paraná, whose rural population is very culturally diverse and includes indigenous populations and traditional communities, with diverse way of life. Moreover, the indigenous villages sanitation data is scarce and there are few studies that rate the acceptance of these populations in the implementation of standard technologies. Therefore, the implementation of conventional technologies in the rural environment without the participation, involvement, and acceptance of the communities in the process does not solve the issues, making the challenges even bigger. Accordingly, this research intended to develop, through an active community involvement, a proposal of implementation of a decentralized effluent treatment technology in a rural community in the city of Paranaguá. The research was divided in three parts: the diagnosis and choosing of the community; approach and definition of the technology; dimensioning, construction and management. The diagnosis was made through a questionnaire based on the issues related to the WS and SS of the last IBGE's census and applied in visits and door-to-door interviews in the communities of Amparo, Piaçaguera, Ilha do Teixeira, Vila de Encantadas and Tekoa Takuaty. The diagnosis results pointed that the water supply services are reasonably adequate and satisfactory for the population of five of the communities. The deficit in sanitation services was 48% in Encantada's Village, 64% in Amparo, 58% in Teixeira's Island, 33% in Piaçaguera and 100% in Tekoa Takuaty. The choosing of the community was made through an indication of interest by the leaderships, prioritizing community with a bigger deficit in sanitation services. The chosen community, therefore, was the Guarani village Tekoa Takuaty, for the was a great interest from the Chief Juliana Kerexu. The definition of the technology was made jointly with the community leadership, regarding cultural, environmental and operational aspects, the chosen being the Evapotranspiration Tank (TEVap). The strategies of approach chosen were frequent visits and the creation of a socioenvironmental initiatives (Project Bananheiros) to guarantee the participative process. Courses and immersion were offered, that helped to gather funds to the construction and to strengthen the community. The dimensioning was made in accordance to the local environment conditions and the estimation of the volume of effluent produced in the community. The construction occurred between January and March 2020 and involved the villagers and voluntaries from the civil society and, although the difficulties mainly due to access and the high volume of rain in the period. The TEVap was made with an 8,25m<sup>2</sup> surface area and 1,20m deep, resulting in a useful volume of approximately 5m<sup>3</sup>. The monitoring was made between March 2020 and January 2021 based on the environmental conditions in this period. In rating the hydric balance in three different scenarios, it is concluded that the dimensioning was adequate for the rated period, although it is suggested that a post-treatment is built for in heavy rains period there will be possibly an excess of effluent.

**Keywords:** Rural Sanitation. Traditional Communities. Indigenous Peoples. Evapotranspiration Tank.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Povos e Comunidades Tradicionais. (a) Comunidade Quilombola do Bate Folha Manso Banduquenqué (Foto: acervo SEPPIR, 2009); (b) Quebradeiras de coco babaçu (Foto: Carolina Motoki); (c) Seringueiro (Fonte: Pacto das Água); (d) Ribeirinhos do Rio Tapajós (Foto: Mauricio Torres); (e) Faxinalenses do Paraná (Foto: Marcio Isensee Sá). Fontes: MMA, 2020; ONG Repórter Brasil, 2020; Seppir, 2013. ....	26
Figura 2 - Sete das 305 etnias indígenas do Brasil. (a) Akuntsu (RO) (Foto: Adelino de Lucena Mendes, 2002) (b) Pataxó (BA) (Foto: Povos indígenas do Brasil). (c) Kamaiurá (MT) (Foto: Povos indígenas do Brasil) (d) Funi-ô (PE) Ikhetkya Waya (Foto: Analice Paron). (e) Xavante (MT) Cerimonial do Wai'á (Foto: Rosa Gauditano). (f) Xokleng (SC) toldo de São João de Cima (Foto: Sílvia Coelho dos Santos, 1975). (g) Aparai (PA) (Foto: Lúcia H. van Velthem, 1975). Fonte: ISA, 2020.....	29
Figura 3 - Terras Indígenas no Brasil e processos de homologação. Fonte: ISA, 2020. ....	32
Figura 4- Mapa das comunidades tradicionais do Paraná e Unidades de Conservação. Fonte: Gomes, Gomes e Nonato (2016). ....	35
Figura 5 - Mapa Guarani Continental 2016, resultado do trabalho de uma rede com mais de 200 colaboradores, entre comunidades guaranis, indigenistas e acadêmicos. Fonte: ISA, 2020. ....	38
Figura 6 - Resumo da trajetória histórica do saneamento no Brasil. Figura produzida pela autora. Fontes: REZENDE e HELLER, 2008; BRASIL, 2013; MURTHA et. al, 2015. ....	41
Figura 7 - Imagens das expedições científicas do Instituto Oswaldo Cruz ao interior do Brasil entre 1911 e 1913. Retrato do Brasil Rural. Fonte: FIOCRUZ, 1991. ....	48
Figura 8 - Imagens das expedições científicas do Instituto Oswaldo Cruz ao interior do Brasil entre 1911 e 1913. Primeira foto - Leishmaniose em Manaus (AM), 1912. Segunda foto – Doença de Chagas no Goiás, 1912. Fonte: FIOCRUZ, 1991. ....	49
Figura 9 - Percentual de domicílios atendidos com abastecimento de água, por forma de atendimento, nas áreas urbana e rural do País, em 2010 e 2017, segundo dados do Censo e da PNAD-Contínua. Fonte: Brasil, 2019. ....	52

Figura 10 - Percentual de domicílios atendidos com esgotamento sanitário, por forma de afastamento, nas áreas urbana e rural do País, em 2010 e 2017, segundo dados do Censo e da PNAD-Contínua. Fonte: Brasil, 2019. ....	52
Figura 11 - Desenho esquemático espacializado dos setores censitários segundo a classificação do IBGE .....	60
Figura 12 - Agrupamentos de setores censitários e respectivas orientações de soluções de saneamento. Fonte: Brasil, 2013.....	61
Figura 13 - Eixos estratégicos do PNSR: prerrogativas e medidas estruturantes e estruturais. Fonte: FUNASA, 2019. ....	62
Figura 14 - Fluxograma de um sistema centralizado de tratamento de esgoto. Fonte: TONETTI et. al, 2018. ....	64
Figura 15 - Tanque séptico retangular de câmara única. Fonte: Funasa, 2019 (Adaptado).....	65
Figura 16 - Níveis de separação de efluentes domésticos. Funasa, 2018 (adaptado). ....	67
Figura 17 – Banheiro seco compostável. Fonte: Tonetti <i>et. al</i> , 2018.....	68
Figura 18 - Zona de raízes (a) e Círculo de bananeiras (b). Fonte: Tonetti <i>et. al</i> , 2018. ....	70
Figura 19 - Fossa séptica biodigestora. Fonte: Tonetti <i>et. al</i> , 2018.....	72
Figura 20 - Desenho esquemático da BET. Fonte: Tonetti <i>et al.</i> , 2018.....	73
Figura 21 - Localização do município de Paranaguá no território nacional e no Estado do Paraná. Fonte: APPA, 2015. ....	75
Figura 22 - Mapa da zona rural de Paranaguá e das comunidades insulares rurais do município. Fonte: IBGE 2010. Mapa produzido pela autora. ....	76
Figura 23 – Comunidades do Complexo Estuarino de Paranaguá selecionadas para a realização do diagnóstico sanitário in loco. ....	78
Figura 24 – Comunidade do Amparo. Foto: Arquivo Pessoal. ....	79
Figura 25 - Casas tradicionais da comunidade de Piaçaguera. Foto: Arquivo Pessoal. ....	79
Figura 26 - Vila de Encantadas. Foto: Viagens Cinematográficas. ....	80
Figura 27 - Vila da Ilha do Teixeira. Foto: Arquivo Pessoal.....	80
Figura 28 - Plantação de milho e casa tradicional da aldeia Tekoa Takuaty. Foto: Projeto Origem. ....	80

Figura 29 - Conceito de déficit esquematizado de saneamento básico adotado no Plansab. Fonte: Brasil, 2013. ....	84
Figura 30 - Formas de abastecimento de água nas comunidades de Amparo, Vila de Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty. Resultado das entrevistas realizadas em julho e agosto de 2019. ....	86
Figura 31 - Formas de afastamento de efluentes sanitários nas comunidades de Amparo, Vila de Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e na Aldeia Indígena Tekoa Takuaty. Resultado das entrevistas realizadas em julho e agosto de 2019. ....	91
Figura 32 - Déficit em esgotamento sanitário nas comunidades de Amparo, Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty calculado a partir da metodologia do Plansab. ....	96
Figura 33 - Mapa da Terra Indígena da Ilha da Cotinga. Fonte: FUNAI; IAT. Mapa produzido pela autora. ....	98
Figura 34 – Banheiro utilizado pela aldeia no momento das primeiras visitas (a). Estrutura existente de banheiro antigo (b). ....	105
Figura 35 - Maquete da BET produzida na oficina realizada para a Cacique e o Vice-Cacique da aldeia Tekoa Takuaty em novembro de 2019. ....	106
Figura 36 - Participantes do curso teórico do Projeto Bananheiros no mês de dezembro de 2019 em frente a Opy (Casa de Reza). Foto: Projeto Origem. ....	108
Figura 37 - Imagens do curso teórico de saneamento da aldeia. Preparo do Chipá (a). Milho tradicional (b). Sala de aula improvisada para a realização da parte teórica do curso (c) e (d). e) Expedição pela aldeia (e). Dança dos Xondaros (f). ....	109
Figura 38 - Participantes do curso prático do Projeto Bananheiros no mês de março de 2020 em frente a Opy (Casa de Reza). Foto: Projeto Origem. ....	110
Figura 39 - Imagens do curso teórico de saneamento da aldeia. Curso prático de saneamento (a), (b) e (c). Participação da aldeia (d). Cerimônia na Opy (e). Curso de Bioconstrução (f) e (g). Oficina de geotinta (h). Fotos: Projeto Origem. ....	111
Figura 40 - Resultado das três primeiras questões do questionário realizado com os participantes dos cursos do Projeto Bananheiros. ....	114
Figura 41 - Motivos pelos quais os participantes foram buscar o curso teórico/prático em Cultura Guarani e Saneamento Ecológico. ....	115
Figura 42 - Balanço hídrico realizado para calcular a área superficial da BET construída na aldeia guarani Tekoa Takuaty. ....	125

Figura 43 - Plantas indicadas, para a BET, por Pamplona e Venturi (2004) e Emater (2016).	130
Figura 44 – Escavação do buraco para iniciar a construção da BET na Aldeia Tekoa Takuaty. (a) Estudantes voluntários no início da escavação. (b) Escavação finalizada.	133
Figura 45 - Etapas do processo de construção da BET na Aldeia Tekoa Takuaty.	135
Figura 46 - Câmara de pneus e detalhes das conexões para a entrada do efluente na BET. Fotos: Projeto Origem	136
Figura 47 - Primeira camada da BET: Tijolos inteiros e quadrados. Fotos: Projeto Origem	137
Figura 48 - Camada de brita, manta geotextil e camada de areia. Fotos: Projeto Origem	137
Figura 49 – Instalação dos pontos de amostragem na BET, Camadas da BET finalizadas com bananeiras recém-plantadas e banheiro com vaso sanitário instalado e pintado com geotinta desenvolvida pela voluntária Janine Balem.	138
Figura 50 - BET no mês de julho de 2020. Foto: Juliana Kerexu	139
Figura 51 – BET no mês de fevereiro de 2021. Foto: Juliana Kerexu	140
Figura 52 – Mapa da Tekoa Takuaty com a marcação dos caminhos entre a casa da anciã e os banheiros.	141
Figura 53 - Projeto executivo da BET. Elaborado pela autora.	144
Figura 54 – Precipitação e evapotranspiração potencial mensal em Paranaguá. Comparação entre médias mensais histórica (anos 2010 e 2019) e do período de funcionamento da BET (2020). Dados: Inmet; Simepar. Modelos utilizados: Thornthwaite (ET <sub>0</sub> histórica) e Penman-Monteith-FAO (2020).	148
Figura 55 - Precipitação menos evapotranspiração. Valores médios entre os anos de 2010 e 2019. Dados: Inmet.	149
Figura 56 – Cenários A, B e C do balanço hídrico considerando os volumes de entrada e saída da BET entre as semanas 11 e 45.	151
Figura 57 - Percorso realizado com os materiais utilizados para a construção da BET na Tekoa Takuaty. Ponto 1 – Balsa de Valadares, Ponto 2 – Entrada do Mangue, Ponto 3 – Entrada da aldeia, Ponto 4 – Localização do Banheiro. Imagem: Google Earth, 2020.	184
Figura 58 – Proximidades da aldeia Tekoa Tekuaty. (a) Vista próxima à entrada do canal que chega até a entrada da aldeia, onde se vê o Porto de Paranaguá (Foto:	

Brenda Pontes). (b) Canal que leva à entrada da aldeia em meio ao mangue em um momento de pico de maré (Foto: arquivo pessoal). ..... 185

Figura 59 - Imagens dos percursos realizados com os materiais para a construção da BET. .... 186

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem da população com atendimento adequado e com déficit, de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em 2017, segundo conceito adotado no Plansab. Fonte: Brasil, 2019. ....	45
Tabela 2 - Diferenças entre o acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário das populações urbana e rural do município de Paranaguá, segundo o censo de 2010. ....	76
Tabela 3 - População total (N), número de questionários aplicados e número de pessoas alcançadas pelos questionários aplicados (n).....	82
Tabela 4 – Instalações sanitárias nas comunidades de Amparo, Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty .....	90
Tabela 5 - Visitas realizadas na Tekoa Takuaty para início do processo de implantação da tecnologia. ....	102
Tabela 6 - Estudos acadêmicos realizados nos últimos 12 anos relativos à BET e seus respectivos objetivos. ....	120
Tabela 7 - Volume útil por camada e volume útil total da BET instalada na Tekoa Takuaty. ....	146



## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

APA	- Área de Preservação Ambiental
ASA	- Articulação do Semiárido
CAGEPAR	- Companhia de Água e Esgoto de Paranaguá
BET	- Bacia de Evapotranspiração
BNH	- Banco Nacional de Habitação
CH <sub>4</sub>	- Metano
CF	- Constituição Federal
CO <sub>2</sub>	- Gás Carbônico
CNPCT	- Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNSP	- Departamento Nacional de Saúde Pública
DSEI	- Distrito Sanitário Especial Indígena
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
ETA	- Estação de Tratamento de Água
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
ET <sub>0</sub>	- Evapotranspiração Potencial
ET <sub>c</sub>	- Evapotranspiração da Cultura
FAO	- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FIOCRUZ	- Instituto Oswaldo Cruz
FGTS	- Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FUNASA	- Fundação Nacional de Saúde
FUNAI	- Fundação Nacional do Índio
H <sub>2</sub> S	- Ácido Sulfídrico
JMP	- Joint Monitoring Programme
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IAT	- Instituto Água e Terra
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia

ISA	- Instituto Socioambiental
LDNSB	- Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico
MCidades	- Ministério das Cidades
NH3	- Amônia
O2	- Oxigênio
OIT	- Organização Internacional do Trabalho
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
OTSS	- Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina
PAC	- Programa de Aceleração de Crescimento
PCTs	- Povos e Comunidades Tradicionais
PDS Litoral	- Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral
PLANASA	- Plano Nacional de Saneamento
PMSB	- Plano Municipal de Saneamento Básico
PLANSAB	- Plano Nacional de Saneamento Básico
PNSR	- Programa Nacional de Saneamento Rural
PNAD Contínua	- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PNPCT	- Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais
PNUD	- Programa das Nações Unidas
PPA	- Plano Plurianual
RESEX	- Reservas Extrativistas
SEMAPA	- Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca
SESAI	- Secretaria Especial de Saúde Indígena
SESP	- Serviço Especial de Saúde Pública
SISAR	- Sistema Integrado de Saneamento Rural
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	- Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SST	- Sólidos Suspensos Totais (SST)
Tevap	- Tanque de Evapotranspiração
TI	- Terras Indígenas
UC	- Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1 OBJETIVOS .....	24
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
<b>2 COMUNIDADES TRADICIONAIS DO BRASIL .....</b>	<b>25</b>
2.1 POVOS INDÍGENAS .....	28
2.2 COMUNIDADES TRADICIONAIS DO PARANÁ .....	33
2.2.1 Presença Indígena no Paraná .....	36
<b>3 CONTEXTO DO SANEAMENTO NO BRASIL .....</b>	<b>41</b>
3.1 HISTÓRICO E MARCO LEGAL DO SANEAMENTO NO BRASIL .....	41
3.2 PANORAMA NACIONAL E METAS DO PLANSAB .....	44
3.3 SANEAMENTO RURAL NO BRASIL .....	47
3.3.1 Contexto Histórico do Saneamento Rural .....	47
3.3.2 Panorama Nacional do Saneamento Rural .....	51
3.3.2.1 Comunidades Tradicionais e o Saneamento .....	53
3.3.2.2 Povos Indígenas e o Saneamento .....	54
3.3.3 Programa Nacional de Saneamento Rural .....	58
3.3.4 Tratamento de Efluentes por Sistemas Descentralizados .....	63
3.3.4.1 Tecnologia convencional - tanque séptico .....	65
3.3.4.2 Tecnologias não convencionais .....	66
3.3.4.2.1 Tecnologias sem veiculação hídrica .....	68
3.3.4.2.2 Tecnologias para tratamento de águas cinza .....	69
3.3.4.2.3 Tecnologias para tratamento de águas sanitárias .....	71
<b>4 METODOLOGIA GERAL .....</b>	<b>74</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	75
<b>5 METODOLOGIA FASE I: DIAGNÓSTICO E ESCOLHA DA COMUNIDADE .....</b>	<b>78</b>
5.1 DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES SELECIONADAS ..	81
5.1.1 Cálculo amostral .....	81
5.1.2 Coleta de dados nas comunidades .....	82
5.2 ESCOLHA DA COMUNIDADE .....	84
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE I .....</b>	<b>86</b>
6.1 PANORAMA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES SELECIONADAS .....	86

6.2 PANORAMA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS COMUNIDADES DE PARANAGUÁ.....	89
6.3 ESCOLHA DA COMUNIDADE.....	95
<b>7 METODOLOGIA FASE II: DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO ..</b>	<b>98</b>
7.1 COMUNIDADE ESCOLHIDA .....	98
7.2 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO .....	99
7.2.1 EMPREENDEDORISMO SOCIOAMBIENTAL: PROJETO BANANHEIROS ..	100
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE II.....</b>	<b>102</b>
8.1 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO .....	102
8.1.1 EMPREENDEDORISMO SOCIOAMBIENTAL: PROJETO BANANHEIROS ..	106
8.1.1.1 Cursos realizados .....	108
8.1.1.2 Órgão responsável e políticas públicas .....	117
<b>9 METODOLOGIA FASE III: CONSTRUÇÃO E MONITORAMENTO .....</b>	<b>120</b>
9.1 BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO – ESTUDOS PUBLICADOS.....	120
9.2 DIMENSIONAMENTO.....	122
9.2.1 Dimensionamento para BET da Tekoa Takuaty.....	125
9.3 ASPECTOS CONSTRUTIVOS E FUNCIONAMENTO.....	128
9.3.1 Processo de construção na aldeia e aceitabilidade da comunidade .....	130
9.4 MONITORAMENTO .....	131
<b>10 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE III.....</b>	<b>133</b>
10.1 CONSTRUÇÃO .....	133
10.2 DIMENSIONAMENTO E MONITORAMENTO .....	144
10.2.1 Resultado do dimensionamento e discussões .....	144
10.2.2 Volume Útil .....	146
10.2.3 Monitoramento das condições ambientais .....	147
<b>11 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>154</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO SOBRE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO APLICADO EM CINCO COMUNIDADES RURAIS INSULARES DE PARANAGUÁ.....</b>	<b>169</b>
<b>APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE OS CURSOS DO PROJETO BANANHEIROS REALIZADOS NA ALDEIA TEKOA TAKUATY .....</b>	<b>171</b>
<b>APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA OS PARTICIPANTES DOS CURSOS DO PROJETO BANANHEIROS .....</b>	<b>172</b>

<b>APÊNDICE 4 – OFÍCIO ENVIADO À SESAI.....</b>	<b>173</b>
<b>APÊNDICE 5 – ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA.....</b>	<b>174</b>
<b>APÊNDICE 6 – RESPOSTAS DAS PERGUNTAS ABERTAS DOS PARTICIPANTES DOS CURSOS .....</b>	<b>175</b>
<b>APÊNDICE 7 – LOGÍSTICA PARA LEVAR MATERIAIS À TEKOA TAKUATY ...</b>	<b>184</b>
<b>ANEXO 1 – FLUXOGRAMA PARA ESCOLHA DE TECNOLOGIA RETIRADO DO LIVRO TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM COMUNIDADES ISOLADAS: REFERENCIAL PARA A ESCOLHA DE SOLUÇÕES DE TONETTI ET AL. (2018) .....</b>	<b>191</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Direito Humano à água potável e ao esgotamento sanitário foi aprovado pelas Nações Unidas no ano de 2010, objetivando a garantia de acesso a todos sem discriminações (ONU, 2019). Este marco foi um importante referencial na política internacional, no entanto, a realidade brasileira revela que 42% e 52% da população não tem acesso a serviços adequados de abastecimento de água e esgotamento sanitário, respectivamente (BRASIL, 2019). Tal situação é fruto de um longo histórico no qual as políticas públicas não visavam à população como um todo, priorizando áreas urbanizadas e de retorno econômico. A Lei Federal nº 11.445/ 2007, Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, trouxe alguns avanços nesse sentido, instituiu o Plano Nacional de Saneamento Básico, que engloba o Programa Nacional de Saneamento Rural, e, ao desagregar os indicadores de acesso a serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, evidenciou desigualdades entre populações urbanas e rurais (BRASIL, 2019; FUNASA, 2019). Mostrando, desta forma, que para seguir para o caminho da universalização, as políticas públicas e os investimentos devem incluir o ambiente rural.

A diversidade do rural brasileiro é muito expressiva, inclui povos dos campos, das águas e das florestas que compõem uma extensa lista de comunidades tradicionais e povos indígenas. Grupos que atualmente sofrem consequências de um longo período histórico durante o qual tiveram seus direitos negados no âmbito das políticas públicas. No entanto, ao reconhecer a importância da proteção dos seus direitos, valoriza-se uma rica sociobiodiversidade, pois são mais de trinta categorias de comunidades tradicionais, além das 305 etnias indígenas, no Brasil (FUNAI, 2020; MMA, 2020).

Garantir o acesso ao saneamento a tais localidades, com povos e culturas tão diversos, vai além de implantar uma tecnologia. A participação social na escolha das soluções, o acompanhamento e a participação comunitária na gestão após a implantação são fatores essenciais no processo, pois a comunidade tem papel importante no funcionamento das tecnologias (FUNASA, 2019). O que torna o saneamento rural um estudo complexo e interdisciplinar,

pois as demandas e os desafios são distintos do ambiente urbano (TRATA BRASIL, 2020).

A matriz tecnológica do Programa Nacional de Saneamento Rural integra um quadro de opções para o tratamento de efluentes que vai além do tanque séptico, escolha comumente utilizada em áreas rurais do Brasil. As diferentes opções de tecnologias são fundamentais para que possa abranger as diferentes realidades, não só culturais, mas também geográficas e ambientais (FUNASA, 2019). Alguns exemplos de tecnologias não convencionais para o tratamento de efluentes são: o banheiro seco compostável (tratamento sem veiculação hídrica); bacia de evapotranspiração, fossa séptica biodigestora e vermifiltro (tratamento de águas do vaso sanitário); círculo de bananeiras e zona de raízes (para tratamento de águas cinza ou pós-tratamento de águas do vaso sanitário) (TONETTI *et. al*, 2018). Estas tecnologias podem ser opção para comunidades que sofrem com déficits em saneamento.

A falta de informações oficiais e poucas pesquisas na literatura com foco em saneamento de comunidades tradicionais da região são justificativas do presente estudo. Além disso, é importante destacar que o município de Paranaguá, conhecido por abrigar o maior porto graneleiro da América Latina, também está localizado em uma região de valioso patrimônio natural, histórico e cultural. Pois, no complexo estuarino de Paranaguá, encontram-se instaladas comunidades de pescadores artesanais e aldeias indígenas do povo Mbya-Guarani que mantêm seus modos tradicionais de viver (PARANAGUÁ, 2020).

Portanto, os resultados do diagnóstico da situação atual do abastecimento de água e esgotamento sanitário podem servir de base para futuras políticas públicas que darão mais visibilidade a povos e comunidades historicamente deixadas de lado. E a implantação de um sistema alternativo para tratamento de efluentes faz com que a presente pesquisa possa cobrir a lacuna de garantir a participação da comunidade no processo de escolha de uma solução com a possibilidade de unir resultados científicos a uma contribuição que busca um primeiro passo à garantia do direito humano ao esgotamento sanitário desta comunidade.

## 1.1 OBJETIVOS

Desenvolver por meio de envolvimento participativo uma proposta de implantação de tecnologia descentralizada de tratamento de efluentes em comunidade rural do município de Paranaguá.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um diagnóstico da situação do abastecimento de água e esgotamento sanitário de comunidades tradicionais de Paranaguá.
- Escolher uma das comunidades para realizar a implantação de uma tecnologia descentralizada para o tratamento de efluentes.
- Identificar, por meio de processo participativo, a tecnologia descentralizada para tratamento de efluentes mais adequada que será implementada na comunidade escolhida.
- Definir as estratégias de implementação da tecnologia descentralizada de forma participativa.
- Construir a tecnologia descentralizada escolhida a partir de uma organização adequada à realidade local.
- Monitorar a tecnologia implementada, verificando a aceitabilidade da comunidade e a adequação do sistema às condições ambientais da região.



## 2 COMUNIDADES TRADICIONAIS DO BRASIL

O território brasileiro, de dimensões continentais, possui uma grande diversidade social, presente tanto no meio urbano quanto no rural, devido às diferentes culturas aqui inseridas e diferentes modos de habitar o espaço (SHIRAISHI, 2007). Majoritariamente, dentro do espaço rural se encontram povos e comunidades tradicionais que formam um território de expressiva multiculturalidade.

A Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT), instituída pelo Decreto 6.040/2007, define Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) como:

“grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição”. O objetivo geral da PNPCT é “promover o desenvolvimento sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, com ênfase no reconhecimento, fortalecimento e garantia dos seus direitos territoriais, sociais, ambientais, econômicos e culturais, com respeito e valorização à sua identidade, suas formas de organização e suas instituições” (BRASIL, 2007a).

A implementação da PNPCT é coordenada pela Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT), composta por representantes da administração pública federal e quinze representantes dos povos e comunidades tradicionais (BRASIL, 2007a). A CNPCT criou o Portal Ypadê, uma iniciativa feita para apresentar os PCTs do Brasil com objetivo de ser um espaço de articulação entre a sociedade e o Poder Público. Além das mais de 300 etnias indígenas conhecidas no Brasil, é divulgada pelo portal a presença de mais de 30 PCTs no território brasileiro, cada um com seus costumes e hábitos específico (MMA, 2020). Entre eles, estão os indígenas, pescadores artesanais, quilombolas, seringueiros, quebradeiras de coco-de-babaçu, faxinalenses, ribeirinhos e muitos outros, representados Figura 1 em seus diferentes ambientes (BRASIL, 2007a):



Figura 1 – Povos e Comunidades Tradicionais. (a) Comunidade Quilombola do Bate Folha Manso Banduquenqué (Foto: acervo SEPPPIR, 2009); (b) Quebradeiras de coco babaçu (Foto: Carolina Motoki); (c) Seringueiro (Fonte: Pacto das Água); (d) Ribeirinhos do Rio Tapajós (Foto: Mauricio Torres); (e) Faxinalenses do Paraná (Foto: Marcio Isensee Sá). Fontes: MMA, 2020; ONG Repórter Brasil, 2020; Seppir, 2013.

É importante destacar que apesar da enorme diversidade, a proteção dos PCTs, no âmbito das políticas públicas, é uma pauta recente, pois pouco esteve incluída nas discussões de desenvolvimento até poucas décadas atrás (BUCO; ZADRA; VANDRESEN, 2013). A Constituição Federal (CF) de 1988 foi um importante marco para o reconhecimento jurídico-formal desses povos ao determinar, nos artigos 215 e 216, que o Estado deve proteger as manifestações culturais populares, indígenas e afro-brasileiras e de outros grupos participantes do processo civilizatório nacional, além de proteger o patrimônio cultural brasileiro, considerando tanto os bens de natureza material quanto imaterial (jeitos de se expressar, ser e viver) dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira (BRASIL, 1988).

A partir da atual CF até a instituição da PNPCT em 2007, um importante marco no processo de reconhecimento dos direitos para esses povos foi a ratificação da Convenção 169 de 1989 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre os Povos Indígenas e Tribais por meio do Decreto 143/2002, que define como grupos “cujas condições sociais, culturais e econômicas os distingam de outros setores da coletividade nacional, e que estejam regidos, total ou parcialmente, por seus próprios costumes ou tradições ou por legislação especial” (BRASIL, 2004). Esta convenção trouxe dois elementos previamente

requeridos pelos movimentos sociais: um deles, como critério fundamental da convenção, foi o elemento de autoidentificação, no qual o próprio sujeito define a qual grupo pertence e se reconhece, deixando de ser este um papel do Estado. E o outro foi relativo ao direito territorial sobre as terras tradicionalmente ocupadas, um ponto que é continuamente muito discutido, pois, apesar de alguns avanços com o reconhecimento das Terras Indígenas, dos Remanescentes das Comunidades dos Quilombos e das Reservas Extrativistas (RESEX), existem inúmeros grupos não amparados pela legislação e uma série de barreiras para a efetivação da garantia dos direitos de território aos grupos tradicionais (MOURA, 2016).

Alguns pesquisadores ressaltam a importância do reconhecimento do PCTs pelas suas práticas de conservação do território, pelo papel para o meio ambiente e a sociedade, como mostra Ramires, Molina e Hanazaki (2006), em pesquisa realizada em comunidade de pescadores artesanais de Paraty (RJ), através da qual concluíram que há uma grande contribuição do conhecimento tradicional à conservação da biodiversidade, pois conhecimento adquirido tradicionalmente pelos pescadores está em concordância com o conhecimento científico. Hagino (2007), por sua vez, estuda o Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu que luta contra os impactos industrial, latifundiário e urbano nos babaçuais (*Attalea ssp*) que abrigam a espécie nativa da mata de cocais do nordeste brasileiro.

Já uma pesquisa realizada no centro-sul do Paraná, concluiu que o modo de viver das comunidades faxinalenses contribui para a construção de um sistema alimentar mais sustentável, baseado em fundamentos da agroecologia, em oposição ao modo implantado pela agricultura intensiva de latifúndio (FURTADO e BEZERRA, 2013). Também buscando produções agroecológicas, comunidades quilombolas localizadas no Vale do Ribeira (SP), região de maior área preservada de Mata Atlântica, buscam a produção de alimento utilizando tais técnicas (SANTOS e GARAVELLO, 2016). Segundo Santos e Garavello (2016), a região sofre com a alteração da paisagem pela expansão do plantio de pupunha e pecuária, no entanto dentro do território quilombola a preservação do bioma está presente.

Além da preservação da biodiversidade, os PCTs também têm papel importante na manutenção climática. As Terras Indígenas (TIs) da Amazônia,

que cobrem 27% da área com florestas e abrigam 173 etnias, além de serem importantes para a conservação da biodiversidade regional e global, contribuem para a mitigação da mudança do clima e equilíbrio climático da região, segundo relatório divulgado pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2015). No entanto, apesar de toda essa diversidade, a instalação histórica do latifúndio que se soma às ações de grandes empreendimentos (hidrelétricas, exploração de minérios e de madeira, entre tantos outros) traz inúmeros casos de migração da população tradicional para cidades, onde se assimilam ao modo urbano de se viver, muitas vezes, em condições de precariedade (SILVA, 2018).

Tal situação ocorreu de forma expressiva com a população indígena, pois estima-se que existiam mais de 1000 povos na época da chegada dos europeus, somando entre 3 e 4 milhões de pessoas (ISA, 2020). A diminuição drástica desta população está muito vinculada aos processos de relação entre os povos indígenas com os não-indígenas (colonizadores europeus, a princípio, e o Estado Brasileiro posteriormente), não somente através de situações de extermínio, mas também com as políticas assimilacionistas que negaram a diversidade cultural identidade própria dos indígenas e, hoje, com a violação recorrente de seus direitos à terra (BELFORT, 2006).

## 2.1 POVOS INDÍGENAS

Os povos indígenas são os habitantes originários do território brasileiro (BRASIL, 2002) e atualmente ainda mantêm culturas e costumes diferenciados do modo de vida ocidental (ISA, 2020). Quando se fala em povos indígenas, deve-se destacar a pluralidade cultural das 305 etnias (identificadas pelo Censo de 2010 do IBGE) presentes no território brasileiro, cada uma com suas particularidades (MMA, 2020), pois, cada uma dessas etnias tem sua própria cultura, língua, formas de organização social e política, rituais, mitos, expressões artísticas, relações com o ambiente (ISA, 2020).

Um fato que representa a rica diversidade dos povos indígenas e um instrumento de proteção à sua cultura é a manutenção das diversas línguas e dialetos falados por eles dentro do território brasileiro. São mais de 274, embora esse número passasse de 1200 antes da chegada dos europeus, e a oralidade é, para os indígenas, importante instrumento de propagação de tradições e



conhecimentos entre gerações (ISA, 2020). As línguas indígenas brasileiras são agrupadas em famílias e troncos linguísticos, sendo os dois grandes troncos linguísticos no Brasil o Tupi e o Macro-Jê. Vale apontar que o Tupi-Guarani, encontrado em diversas palavras aderidas à língua portuguesa, é uma família linguística do tronco Tupi, da qual aproximadamente 30 etnias se utilizam (ISA, 2020).

A Figura 2 mostra sete etnias que expressam a diversidade encontrada em cada uma delas situadas em diferentes regiões do país:



Figura 2 - Sete das 305 etnias indígenas do Brasil. (a) Akuntsu (RO) (Foto: Adelino de Lucena Mendes, 2002) (b) Pataxó (BA) (Foto: Povos indígenas do Brasil). (c) Kamaiurá (MT) (Foto: Povos indígenas do Brasil) (d) Funi-ô (PE) Ikhetkya Waya (Foto: Analice Paron). (e) Xavante (MT) Cerimonial do Wai'á (Foto: Rosa Gauditano). (f) Xokleng (SC) toldo de São João de Cima (Foto: Sílvio Coelho dos Santos, 1975). (g) Aparai (PA) (Foto: Lúcia H. van Velthem, 1975). Fonte: ISA, 2020.

O censo de 2010 do IBGE indicou a presença 896.917 pessoas declaradas indígenas, correspondendo a aproximadamente 0,4% da população brasileira (IBGE, 2012). Vale pontuar que o censo de 1991 revelou que em aproximadamente 35% dos municípios brasileiros residia ao menos um indígena

autodeclarado, porém este valor, no censo de 2000, passou para 64% e, no censo de 2010, para 81% (IBGE, 2012). Segundo o IBGE (2012), este crescimento dos números está relacionado ao fenômeno da “etnogênese”, explicado por Luciano (2006) como a reafirmação da identidade étnica que recupera aspectos relevantes da sua cultura tradicional de povos que tinham deixado de assumi-la devido a um processo histórico (LUCIANO, 2006).

Como citado acima, os processos de relação entre os povos indígenas com os não-indígenas trouxeram consequências drásticas para os povos originários. Segundo Belfort (2006), pesquisadora indígena do povo Kaingang, tais processos, de maneira geral, se dividem em três períodos predominantes: o extermínio de massa; a fase assimilacionista e a fase pós Constituição Federal de 1988. A primeira fase está temporalmente situada nos primeiros séculos após a chegada dos europeus no Brasil em que houve “um longo processo de devastação física e cultural que eliminou grupos gigantescos e inúmeras etnias indígenas”, como expressa Silva (2018), pesquisadora indígena do povo Pankaru.

A fase assimilacionista, ou seja, de políticas indigenistas que objetivavam a integração do indígena na sociedade não indígena, desconsiderando sua cultura, iniciada a partir da criação do Serviço de Proteção ao Índio (SPI) em 1910. Em relação a este período, Kêgranh (2015), indígena Kaingang, conclui em sua pesquisa que “a ação oficial do governo durante o tempo do SPI veio para prejudicar as ações da comunidade indígena e as suas especificidades, sua cultura, suas crenças, seu modo de viver e a sua socialização e a organização do seu povo”. O SPI foi substituído posteriormente pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI) em 1967, órgão também criado com objetivo de tutela.

E por fim, a fase pós CF de 1988 que marca o reconhecimento dos indígenas como cidadãos brasileiros, dos princípios de igualdade perante a lei e da diversidade cultural (BELFORT, 2006). Além da constituição, outro marco importante foi o reconhecimento os indígenas como primeiros habitantes deste território com a ratificação da Convenção 169 da OIT (ISA, 2020).

No entanto, apesar de alguns avanços no âmbito das políticas públicas, não significa que a violação dos direitos dos povos indígenas não continua. Ainda em relação à política indigenista, é importante citar o Estatuto do Índio, Lei 6.001 promulgada em 1973 e ainda em vigor, que ainda foca no processo de

assimilação das populações indígenas na cultura não-indígena e os coloca como um povo que deve ser tutelado até que eles estivessem “integrados à comunhão nacional”, ou seja, à sociedade brasileira não-indígena (ISA, 2020). Ainda está em tramite o Projeto de Lei do Estatuto dos Povos Indígenas cuja discussão iniciou-se no começo da década de 90 (BRASIL, 1991; BRASIL, 2016).

Entre as diversas lutas indígenas, o direito à terra é um dos mais violados e com consequências que atingem outros direitos humanos comumente negados aos indígenas, pois a terra é seu principal meio de reprodução da vida (SILVA, 2018). De acordo com o Relatório da Comissão Pastoral da Terra sobre os casos de violência no campo, no ano de 2019, uma em cada três famílias envolvidas em conflito por terra é indígena. Em números absolutos, o relatório indica que 320 famílias indígenas foram expulsas de suas terras, 930 despejadas e 26.621 tiveram seus territórios ou casas invadidas apenas no ano de 2019. Além disso, o relatório revela que 2019 foi o ano de maior número de mortes de lideranças indígenas dos últimos 10 anos (CPT, 2020).

Os avanços legais do direito a terra acompanharam os processos de reconhecimento social e político citado acima e relaciona-se diretamente às questões fundiárias do Brasil. O período colonial foi marcado pela intensa exploração do território, constituído de grandes propriedades privadas na mão de poucos e, como consequência, marcado pela devastação física e cultural das populações originárias. Apenas no século XX, a partir da década de 30, que começaram de fato as discussões sobre o respeito de posse a terra das populações indígenas, mas sempre seguidas de avanços e retrocessos (SILVA, 2018). A partir da redemocratização do país após a ditadura militar, com as insurgências das manifestações sociais e da organização política dos movimentos indígenas, a CF trouxe novos horizontes para os povos indígenas ao reconhecer no Art. 231 “sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens” (BRASIL, 1988).

Segundo a FUNAI, existem as seguintes definições de modalidades de Terras Indígenas (TI), classificadas como: Terras Indígenas Tradicionalmente Ocupadas, tratadas pelo o art. 231 da CF citado acima; Reservas Indígenas, doadas por terceiros, adquiridas ou desapropriadas pela União, que se destinam

à posse permanente dos povos indígenas; Terras Dominiais, de propriedade das comunidades indígenas, havidas, por qualquer das formas de aquisição do domínio, nos termos da legislação civil; e Interditadas, áreas interditadas pela Funai para proteção dos povos e grupos indígenas isolados (FUNAI, 2020).

O processo demarcatório das TIs tradicionalmente ocupadas tem cinco fases de acordo com o decreto 1.775/1996: em estudo; delimitadas; declaradas; homologadas; e regularizadas (FUNAI, 2020). A Figura 3 mostra as TIs presentes no território brasileiro e os detalhes de cada etapa do processo podem ser consultados em Brasil (1996).

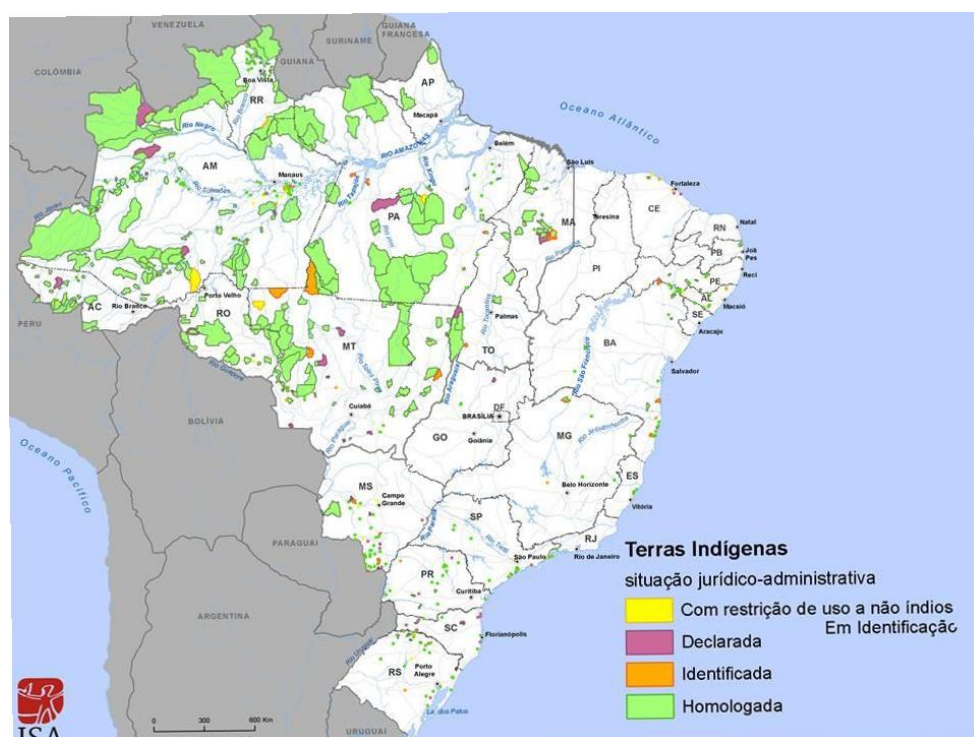


Figura 3 - Terras Indígenas no Brasil e processos de homologação. Fonte: ISA, 2020.

Segundos os dados da FUNAI apresentados pelo Instituto Socioambiental (ISA), o Brasil possui 724 TIs em diferentes processos demarcatórios, sendo que as terras homologadas representam cerca de 12% do território do país (ISA, 2020). Embora os indígenas tenham conquistado direitos oficialmente legalizados, a realidade contemporânea é de constante luta para que estes direitos sejam respeitados. Silva (2018) cita as constantes ameaças feitas pela bancada ruralista no Congresso Nacional quanto aos processos de demarcação



das terras indígenas e as constantes propostas de retirar os direitos já conquistados.

Além disso, é importante destacar a vulnerabilidade social presente nas aldeias por conta da falta de acesso a serviços básicos como de saúde, saneamento e energia (ISA, 2020). O ISA em conjunto com a UFMG publicou recentemente uma nota técnica intitulada “Modelagem da vulnerabilidade dos povos indígenas no Brasil ao covid-19” que integra dados de variáveis de vulnerabilidade epidemiológica e vulnerabilidade social das TIs territorial (OLIVEIRA *et. al*, 2020). Os resultados mostram riscos elevados em terra onde ocorrem intensas invasões de garimpeiros, como TIs do estado de Roraima, especialmente a TI Yanomami. Também com riscos elevados está a TI Jaraguá, localizada dentro do município de São Paulo (SP), que sofre com a segregação social e confinamento territorial (OLIVEIRA *et. al*, 2020).

## 2.2 COMUNIDADES TRADICIONAIS DO PARANÁ

Apesar de a identidade regional paranaense ser consolidada a partir de referências eurocêntricas, fazendo com que as políticas e práticas por parte do Estado negasse por tempos as singularidades constituídas por tradições culturais diferenciadas, o Paraná é um estado com grande diversidade cultural no seu território (MPPR, 2020).

Em 2012, foi criado o Conselho Estadual de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná (CPICT/PR), instituído pela Lei 17.425/2012 que caracteriza como povos indígenas e comunidades tradicionais do Paraná (PARANÁ, 2012):

“aqueles abrigados em sua base territorial de maneira permanente ou transitória e autodefinidos como: Benzedeiras e Benzedores, Ciganas e Ciganos, Cipozeiras e Cipozeiros, Comunidades de Terreiro – Religiões de Matriz Africana, Faxinalenses, Ilhéus, Indígenas, Pescadores e Pescadoras Artesanais e Ribeirinhos, Quilombolas, entre outros que se autorreconheçam”

Embora não se tenha levantamentos censitários destas comunidades, uma estimativa realizada pela Rede Puxirão dos Povos e Comunidades Tradicionais, fruto do 1º Encontro Regional dos Povos e Comunidades

Tradicionais do Paraná, apontou a presença de oito comunidades tradicionais, além das três etnias indígenas presentes no estado, como mostra a Quadro 1 (BUCO; ZADRA; VANDRESEN, 2013):

Quadro 1- Comunidades Tradicionais do Paraná e estimativa do número de indivíduos. Fonte: (BUCO; ZADRA; VANDRESEN, 2013):

Comunidades e Povos Tradicionais	nº de indivíduos
Povos indígenas	17.000
(Guarani, Kaingang e Xetá)	
Benedores e Benedeiras	10.000
Pescadores e pescadoras artesanais	12.000
Ciganas e Ciganos	10.000
Cipozeiras e Cipozeiros	7.000
Religiosos de Matriz Africana	70.000
Faxinalenses	40.000
Quilombolas	20.000
Ilhéus do Rio Paraná	12.000

O Ministério Público do Paraná (MPPR) reconhece o escasso acesso às políticas públicas pelas comunidades tradicionais, cujas consequências são a invisibilidade e vulnerabilidade social, contexto que dificulta a manutenção de suas identidades culturais e que colabora para a violação dos direitos fundamentais (MPPR, 2020). Buco, Zadra e Vandresen (2013) apontam para esta invisibilidade histórica carregada por essas comunidades no âmbito das políticas públicas e destacam o fragmento de fala das comunidades representadas pela rede Puxirão:

“Na região Sul, especialmente no Paraná e Santa Catarina, a principal característica da identidade sociocultural dos povos e comunidades tradicionais é a nossa invisibilidade social, cercada pelo estigma de um passado que as associam ao “atraso” ou a “pobreza”, assim como de um presente “rarefeito” e “vestigial”. Poucos sabem quem somos, onde estamos, quantos somos e

quais os conflitos aos quais estamos submetidos” (REDE PUXIRÃO DOS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS, 2010, p. 44, grifo nosso)

A Figura 4 mostra a localização de algumas comunidades tradicionais no Paraná:

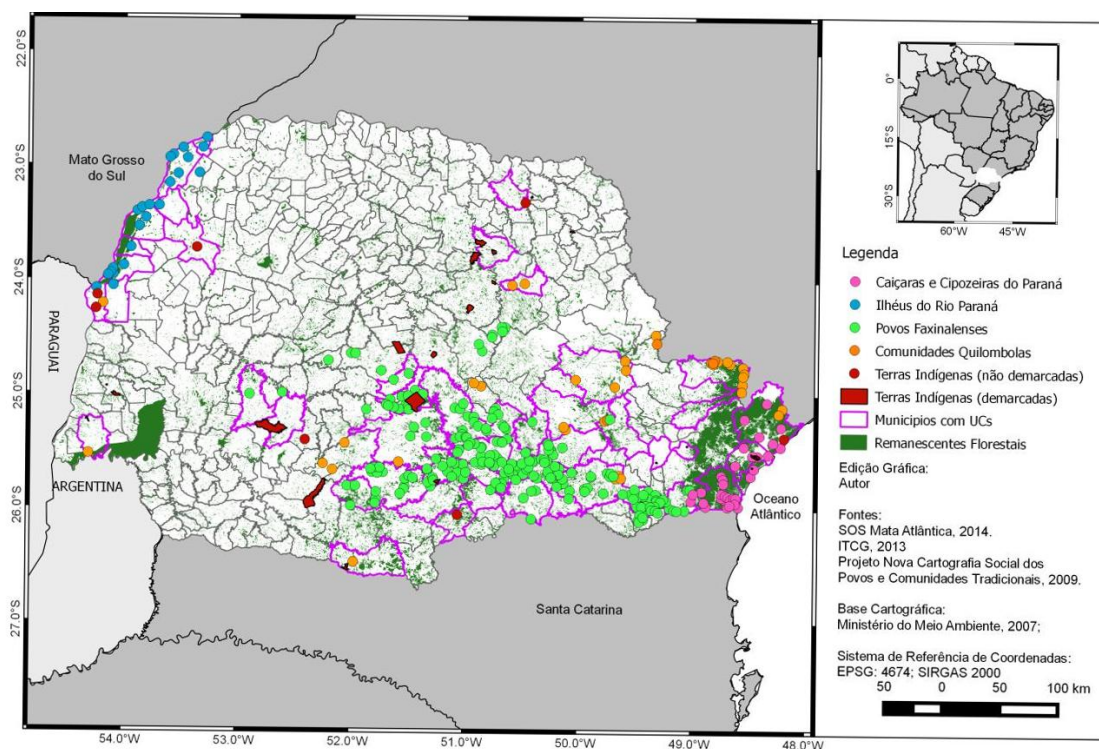


Figura 4- Mapa das comunidades tradicionais do Paraná e Unidades de Conservação. Fonte: Gomes, Gomes e Nonato (2016).

Gomes, Gomes e Nonato (2016) destacam a presença dos povos e comunidades tradicionais do Paraná, mostrando um conflito histórico muito significativo entre as Unidades Conservação (UCs) e territórios tradicionalmente ocupados não só no estado, mas também no país todo (LITTLE, 2002). Os autores identificaram a presença de comunidades Quilombolas, Indígenas, de Pescadores, Faxinalenses, entre outras, dentro de UC de Proteção Integral que, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), (Lei 9.985/2000), não permite a presença humana dentro de suas áreas (BRASIL, 2000). Este conflito traz um embate entre a frente preservacionista, que nega a presença humana, e sociambientalista que reconhece à importância dos povos

e comunidades para a manutenção da biodiversidade (GOMES; GOMES; NONATO, 2016).

Um exemplo deste conflito foi mostrado por Almeida e colaboradores (2010), a partir do Projeto Nova Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais do Brasil (2010), na Ilha de Superagui, município de Guaraqueçaba. O documento protagoniza os relatos dos pescadores artesanais quanto às dificuldades de sobreviverem do modo tradicional após as proibições impostas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) a partir da instalação do Parque Nacional do Superagui (ALMEIDA *et. al*, 2010).

### 2.2.1 Presença Indígena no Paraná

Atualmente no Estado do Paraná existem três etnias indígenas: Xetá, Kaingangs e Guaranis. Os indígenas da etnia Xetá, grupo pertencente à família linguística tupi-guarani, são habitantes originais do Noroeste do Paraná. Seu território tradicional, conhecido como Serra dos Dourados, está localizado no atual Município de Umuarama. Enquanto os Kaingangs, pertencentes à família Jê, tem seu território que ultrapassa os limites do estado do Paraná, se encontram desde o Rio Grande do Sul (RS) até o estado de São Paulo (ISA, 2020). Os Guaranis, por sua vez, se subdividem em três grupos, Kaiowá, Mbya, Ñandeva, e são da família linguística tupi-guarani e seu território ultrapassa as fronteiras brasileiras, pois vivem entre a Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai (ISA, 2016).

Os Xetás eram considerados caçadores-coletores seminômades, percorriam a mata em busca de alimentos para sobrevivência. Ficavam cerca de 2 a 3 meses em um mesmo acampamento e, quando se acabava os recursos, mudavam frequentemente de lugar até retornar ao local onde haviam saído, com o meio ambiente já restabelecido (SEVERO, 2011). Este foi o último grupo indígena a ser contatado no Sul do Brasil devido à tardia colonização desta região. Na década de 40, porém, por conta dos avanços territoriais consequentes do ciclo do café, o território Xetá foi bruscamente invadido pelas frentes coloniais cafeeiras e os indígenas foram exterminados. Os Xetás foram praticamente

eliminados, passando de 200-250 pessoas para 50 (CEV-PR, 2014). Em 2014, este processo foi qualificado como genocídio pelo Ministério Público através da Comissão Estadual da Verdade (CEV-PR, 2014). Segundo Leite (2017), os Xetás foram considerados instintos desde o ocorrido na Serra dos Dourados, no entanto a partir da década de 90, houve uma articulação política entre sobreviventes e descendentes que marcou o início de uma recuperação demográfica. Atualmente, existe cerca de 200 indígenas Xetá vivendo em diferentes localidades (Leite, 2017), entre cidades e aldeias, porém não existe ainda nenhuma reserva indígena específica daquela etnia (ISA, 2020).

O povo Kaingang vive em mais de 30 TIs, mas que são consideradas apenas uma pequena parcela dos seus territórios tradicionais (ISA, 2020). Fortunato (2014), pesquisador desta etnia, afirma que “o povo Kaingang, que é povo lutador, bravo e que luta pelo seu direito, que é a sua terra”. Os Kaingangs são um dos povos indígenas mais populosos, sendo que correspondem a aproximadamente 50% dos falantes da família linguística do grupo Jê (EMILIO, 2015).

O contato com não-indígenas (*fóg*) se iniciou e foi intensificado no século XIX, pelos chefes políticos tradicionais (*Põ'í ou Rekakê*) (ISA, 2020). Segundo Emílio (2015), esta foi uma primeira modificação do modo de vida dos Kaingangs, sendo que a segunda modificação foi a presença do Estado Brasileiro através do SPI ao explorar terras e mão de obra Kaingang.

Atualmente a situação das aldeias é variada, mas em todas se mantém uma estrutura social bem definida, onde praticam seus rituais (ISA, 2020). As aldeias vivem do artesanato, algumas da venda de alimentos produzidos como o milho, o trigo e soja e produzem alimento para subsistência (feijão, mandioca, batata doce e abóbora) e criam animais para alimentação familiar (EMILIO, 2015).

O Povo Guarani, por sua vez, tem uma das populações de maior presença indígena no continente sul-americano, mas sua ocupação não coincide com a divisão territorial dos países, pois a existência Guarani no território é prévia às definições das fronteiras (ISA, 2020). No Brasil, além do Paraná, eles estão também nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Tocantins e Pará

(GUARANY, 2009). A Figura 5 mostra o território tradicional guarani na América do Sul, bem como as localizações das aldeias atuais.



Figura 5 - Mapa Guarani Continental 2016, resultado do trabalho de uma rede com mais de 200 colaboradores, entre comunidades guaranis, indigenistas e acadêmicos. Fonte: ISA, 2020.

Os Guaranis são conhecidos também como: Chiripá, Kainguá, Monteses, Baticola, Apyteré, Tembukuá, e outros nomes. No Brasil existem três povos Guaranis: Mbya; Pãi-Tavyterã, conhecidos no Brasil como Kaiowá; e Avá Guarani, denominados no Brasil Nandeva (ISA, 2020). Tais grupos se diferenciam pelos diferentes modos de falar o idioma guarani, de praticar a religião, de relacionarem-se com o meio ambiente e de manter suas organizações sociopolíticas, mas reconhecem as proximidades das suas origens (GUARANI RETÃ, 2008).

Guarany (2009) relata que muitas vezes estas comunidades vivem em “verdadeiros confinamentos”, porções de terra insuficientes para viver do modo tradicional Guarani, como é o caso da TI Jaraguá que atualmente vive em apenas 2 hectares de terra demarcada (OLIVEIRA *et. al*, 2020). Guarany (2009),

ao abordar o direito territorial guarani, destaca que este povo não têm o mesmo referencial de terra que o *Juruá* (não indígena) e cita a visão dos Guaranis estudada pelo antropólogo Rubem Almeida descrita por Pacheco (2004) como:

“A terra para os Guarani é considerada como totalidade e, como instituição divina oferecida pelo Deus-Criador, e, portanto, não deve ser vendida, comprada ou privatizada. Para o Guarani não é a terra que lhe pertence e sim ele que pertence a terra. O valor da terra é mensurado e qualificado por referenciais sagrados, cosmológicos, espirituais. A natureza não é exterior a eles, não é objeto, mas um conjunto de vida que se relacionam, dependentes e integradas no movimento e ritmo mais amplo dos ciclos naturais. O território não contempla simplesmente uma *res extensa* [matéria], este, porém, faz parte de uma rede de relações socioculturais e ambientais muito mais significativas.”

Também em relação aos valores cosmológicos da cultura, existe uma prática ancestral chamada *guata porã* (o belo caminhar) em busca da *Yvy Marã e'y* (a Terra sem Males). A partir de mensagens de *Nhanderú* (Deus) recebidas pelos xeramõi (pajés), os integrantes desse povo caminham em busca de espaços onde possam praticar o *nhandereko* (o modo de ser Guarani), sendo desta forma que muitas lideranças definem onde serão suas *tekoa* (aldeia) (LADEIRA *et. al*, 2015).

O modo tradicional guarani de se viver é através da pesca, da coleta, da caça, e, principalmente, da agricultura. A agricultura tradicional tem uma importância que transcende a necessidade de subsistência (GUARANI RETÃ, 2008). Barbosa (2015), pesquisador da etnia mbya-guarani explica a relação da agricultura como o mundo espiritual, explicando o ritual do *Nhemogaraí*:

“O *Nhemogaraí* consiste em fazer uma consagração dos alimentos (milho tradicional e outros alimentos) e das sementes antes de plantar e após na colheita, em muitos casos também são batizadas as crianças que ainda não tem o seu nome em Guarani. Sendo assim é realizado um grande cerimonial, para o qual, cada pessoa leva seu alimento ou sementes.” (BARBOSA, 2015).

O pesquisador aponta algumas mudanças no ritual a partir de algumas dificuldades enfrentadas como a falta de terra boa para o plantio, as mudanças no clima e a perda de sementes tradicionais, mas afirma que o propósito de agradecer, dentro da *Opy* (Casa de Reza), o plantio das sementes ainda é o mesmo daquele praticado pelos ancestrais (BARBOSA, 2015).

O contato dos povos guaranis com os juruás foi muito intenso, o que trouxe a este povo transformações e adaptações. É comum a incorporação de tecnologias e outras práticas de organização da sociedade não-indígena, mas este fato não pode ser interpretado como anulação ou perda da cultura e sim como uma forma de utilizar é aquilo que lhe convém para a continuidade de seu grupo, em uma forma de resistência latente (MATTOS, 2000).

Os povos indígenas e as comunidades tradicionais têm em comum um histórico de invisibilidade, cujas consequências atualmente são dificuldades de acesso a serviços considerados básicos, como o saneamento ambiental. No seguinte capítulo será abordado o contexto do saneamento do Brasil, a partir de um histórico cujo caminho das políticas é centralizada principalmente nos centros urbanos. Fato que contribuiu para tais condições de desigualdades vividas por estes povos (REZENDE e HELLER, 2008).



### 3 CONTEXTO DO SANEAMENTO NO BRASIL

#### 3.1 HISTÓRICO E MARCO LEGAL DO SANEAMENTO NO BRASIL

Para traçar um panorama da situação do abastecimento de água e do esgotamento sanitário no Brasil, é importante pontuar alguns marcos da trajetória histórica desses serviços, já que para compreender os caminhos, principalmente, das políticas públicas, é fundamental o entendimento das condicionantes sistêmicas que implicaram no atual marco legal do saneamento (CASTRO, 2009). A Figura 6 apresenta um resumo desta trajetória:

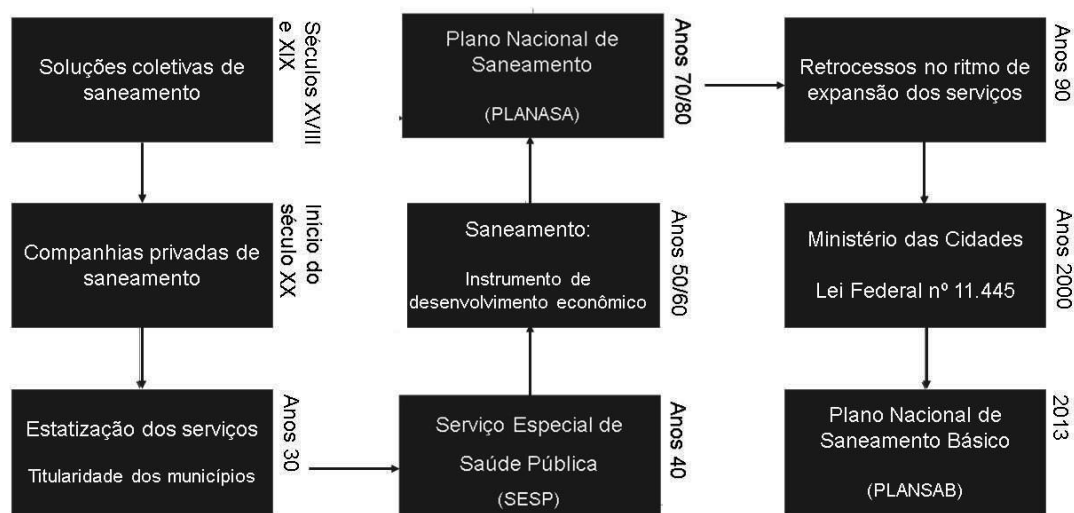


Figura 6 - Resumo da trajetória histórica do saneamento no Brasil. Figura produzida pela autora. Fontes: REZENDE e HELLER, 2008; BRASIL, 2013; MURTHA et. al, 2015.

As soluções coletivas de saneamento no Brasil vieram com o surgimento das cidades, sobretudo nos séculos XVIII e XIX, através dos chafarizes como os principais sistemas para o abastecimento de água nas áreas urbanizadas. O afastamento das excretas, neste período, feito em vasilhames, transportadas por pessoas escravizadas e lançadas diretamente nos corpos hídricos, ou jogadas diretamente na rua através das janelas das casas (MURTHA et. al, 2015).

Foi no contexto da Revolução Industrial, período caracterizado pelo avanço científico no campo da epidemiologia, que houve diversas reformas

sanitárias na Europa e Estados e um grande desenvolvimento de sistemas coletivos de suprimento de água e de coleta de esgotos, (REZENDE e HELLER, 2008; BRAADBAART, 2013). No Brasil, tal época se caracterizou pelo surgimento de companhias privadas de saneamento de capital inglês, dominantes no mercado brasileiro, que investiam em locais onde havia retornos econômicos, como o sudeste brasileiro por exemplo (REZENDE e HELLER, 2008; MURTHA et. al, 2015). Em decorrência da atuação prioritária das companhias privadas, o início do século XX foi marcado pelo aumento da exclusão social e do quadro de desigualdades regionais e sociais, circunstâncias estas que desencadearam posteriormente ações higienistas autoritárias por parte do Estado que culminou em manifestações populares, dentre elas a Revolta da Vacina, importantes para a consolidação dos estados em defesa das políticas públicas e demandas sociais (REZENDE e HELLER, 2008).

A partir da década de 30, houve uma centralização do poder público e o estado passou a assumir os serviços de saneamento, principalmente a partir da década de 30, com a ditadura Vargas, e os municípios receberam a titularidade dos serviços. A partir da década de 40, período da Política da Boa Vizinhança, os serviços de saneamento tiveram investimentos estadunidenses com programas de desenvolvimento em regiões de interesse a partir de convênios com o então Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), incorporado futuramente à Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (REZENDE e HELLER, 2008). A partir de então, houve uma nova configuração no modo de atuação das políticas de saneamento, havendo uma desvinculação dos caminhos políticos da saúde e do saneamento. E assim, a saúde passou a ser centrada em ações assistencialistas e o saneamento foi remodelado como instrumento de desenvolvimento econômico, deixando de lado o caráter preventivo destas políticas públicas (REZENDE e HELLER, 2008).

O primeiro Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), principal política do século XX, foi implantado em 1971, durante a ditadura militar e houve, neste período, um incentivo para a criação de companhias estaduais de capital misto (REZENDE e HELLER, 2008). O PLANASA tinha como meta alcançar 90% de atendimento da população urbana com serviços de abastecimento de água e 65% para o esgotamento sanitário (COSTA, 1991). Até então nunca se havia feito investimentos tão amplos no setor, o aporte de recursos no abastecimento

de água elevou de 54,4% para 76,0% o número de domicílios urbanos com acesso à rede pública de água (VETTER, 1983). Porém, Segundo Heller (1996), apresentou uma fragilidade expressiva nas ações integradas que abrangesse também esgotamento sanitário e, mais uma vez, priorizaram-se as áreas onde haveria retorno econômico, o que intensificou, mais uma vez, os desníveis sociais e regionais já instalados no país. Contudo, é importante pontuar que, apesar do investimento assimétrico dos recursos, houve melhoria na qualidade de vida da população das regiões contempladas pelo PLANASA, com quedas no número de óbitos por doenças de veiculação hídrica, sendo um impacto positivo das políticas públicas sobre as condições de vida nestas regiões (COSTA, 1991; REZENDE e HELLER, 2008).

A crise econômica, na década de 80, extinguiu o órgão financiador do PLANASA e, junto com um contexto político conturbado, onde se retornava ao processo de redemocratização, pôs-se fim nos investimentos sem que as metas fossem atingidas (REZENDE e HELLER, 2008). A década de 90, por sua vez, foi marcada pelos retrocessos no ritmo de expansão dos serviços, consequências das crises econômicas e estagnação do setor por pressões para instalar o modelo neoliberal de privatização que, para Rezende e Heller (2008), foi semelhante ao modelo exclusivista do início do século.

Um novo ciclo, marcado por um maior direcionamento da atuação do governo, iniciou-se com a criação do Ministério das Cidades (MCidades), por meio do Decreto nº 42 4.665/2003, e da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), no ano de 2003 durante o governo Lula, que reestruturou o contexto político do saneamento e incentivou a retomada dos investimentos (BORJA, 2011). Foi instituído o novo marco legal com a Lei Federal nº 11.445/2007, intitulada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), na qual o planejamento foi o principal instrumento de orientação da ação pública (Heller, 2015). Além disso, a LDNSB, incorporando o princípio da integralidade, trouxe um conceito mais abrangente de saneamento básico, definido como conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007b).

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), instrumento de implementação previsto no artigo 52 da LDNSB e aprovado pelo Decreto Presidencial nº 8.141/2013 e pela Portaria Interministerial nº 571/2013, foi coordenado e planejado pelo MCidades, através da SNSA, tendo como consultoria técnica as Universidades Federais de Minas Gerais (UFMG), Rio de Janeiro (UFRJ) e Bahia (UFBA), e discutido por órgãos federais com a participação da sociedade a partir de consultas públicas. O Brasil teve preferências históricas na concessão de acesso aos serviços, não garantindo direitos à totalidade da população, além de não assentir a participação popular na gestão dos serviços que tradicionalmente se limitou apenas às dimensões técnicas-administrativas (BRASIL, 2013). Desta forma, entre alguns dos princípios do Plansab que visa mudar este quadro estão os princípios da universalização, equidade e participação e controle social. Ademais, o plano destaca a importância de se atentar tanto às medidas estruturais, quanto àquelas estruturantes, sendo que a primeira integra os investimentos nas intervenções físicas necessárias e a segunda o suporte político para a sustentabilidade do serviço (BRASIL, 2013).

No entanto, embora o que seja enunciado pela LDNSB e consequentemente pelo Plansab configura, segundo Borja (2011), um ambiente propício para uma nova política voltada para um projeto mais democrático e inclusivo, os grupos hegemônicos na economia e na política ainda mostraram a existência de dificuldades para alcançar a justiça social.

### 3.2 PANORAMA NACIONAL E METAS DO PLANSAB

O Plansab deve ser revisado a cada quatro anos (BRASIL, 2013), sob responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Regional (após fusão do Ministério das Cidades e do Ministério da Integração Nacional, em 2019). Desta forma, o processo da primeira revisão iniciou em 2019, sendo que alguns documentos atualizados já foram publicados para consulta pública, na qual o ano base da análise situacional é 2017.

A metodologia utilizada para avaliar a situação do país é o conceito de déficit como uma “definição que contempla, além da infraestrutura implantada, os aspectos socioeconômicos e culturais e, também, a qualidade dos serviços

ofertados ou da solução empregada” (BRASIL, 2019). Com isso, além da população que não tem acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o Plansab também enquadra o atendimento precário como serviço deficitário.

A Tabela 1 mostra a parcela da população que tem acesso a atendimento adequado, precário ou não possui atendimento no ano de 2017. As informações apresentadas na revisão do Plansab são dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2019).

Tabela 1 – Porcentagem da população com atendimento adequado e com déficit, de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em 2017, segundo conceito adotado no Plansab. Fonte: Brasil, 2019.

Componente	Atendimento adequado (%)	Déficit	
		Atendimento precário	Sem atendimento
Abastecimento de água potável	57,7	39,6	2,7
Esgotamento Sanitário	48	48,7	3,3

O Plansab caracteriza cada tipo de atendimento da seguinte maneira para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário:

- Atendimento adequado: fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências. Coleta de esgotos, seguida de tratamento, ou uso de fossa séptica.
- Atendimento precário: fornecimento de água por rede e poço ou nascente sem canalização interna, água fora dos padrões de potabilidade ou serviços com intermitências. Uso de cisterna para água de chuva, que forneça água sem segurança sanitária e, ou, em quantidade insuficiente

para a proteção à saúde. Uso de reservatório abastecido por carro pipa. Coleta de esgotos, não seguida de tratamento e uso de fossa rudimentar.

- Sem atendimento: Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas.

Os dados da Tabela 1 mostram que em 2017 havia uma grande parcela de pessoas com déficits de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, sendo que aproximadamente 87 milhões (42,3%) de brasileiros possuíam atendimento precário ou não possuíam atendimento de água e 101 milhões (52%) possuíam atendimento precário ou não possuíam atendimento de esgoto (BRASIL, 2019). Ainda, é importante destacar que estes valores em 2010, apresentados no relatório de 2014 representavam, respectivamente, 77 milhões (40,7%) e 114 milhões (60,3%) de pessoas sem atendimento adequado de abastecimento de água e esgotamento sanitário (BRASIL, 2013).

O Plansab desagregou os dados por regiões do país e por formas de atendimento nos anos de 2010 e 2017, afirmando um acesso desigual entre as regiões do país, resultado das preferências de investimentos assimétricos apresentados no tópico anterior. A região sudeste que alcançou o percentual de 92,5% de domicílio com canalização interna, seja por rede ou por poço ou nascente, destacando a região sudeste que alcançou o percentual de 92,5% em 2017, enquanto este valor para a região Norte é de 29,3% (BRASIL, 2019). Em relação ao esgotamento sanitário, a região Nordeste é que apresenta o maior déficit em números absolutos, somando 5,6 milhões de domicílios sem atendimento adequado (BRASIL, 2019). E, apesar da região Norte ainda mostrar valores bastante deficitários, houve redução do atendimento precário de 67,2% em 2010, para 38,3% em 2017 (BRASIL, 2019).

O Plansab possui um horizonte de 20 anos (2014 a 2033) e, para este período, alguns indicadores foram definidos para o acompanhamento das metas. Entre os indicadores e metas para o abastecimento de água e esgotamento sanitário destacam-se (BRASIL, 2013):

Alcançar a cobertura de 96% em 2023, como meta intermediária e 99%, como meta final, de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição ou por poço ou nascente;

Reduzir para 34% em 2023 e 31% em 2033 o índice de perdas de água na distribuição;

Alcançar a cobertura de 80,5% em 2023 e 92% em 2033 de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários;

Aumentar para 78,8% em 2023 e 93,0% em 2033 a parcela de tratamento de esgoto coletado.

A inserção do setor do saneamento nas discussões políticas possibilitou os avanços dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil, no entanto ainda existe um número muito expressivo de brasileiros sem acesso a esses serviços. Segundo o Instituto Trata Brasil (2015), o desafio da universalização é cada vez maior e depende de investimentos mais expressivos no setor. Um estudo feito pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em 2015, contudo, concluiu que a universalização dos serviços de água e esgoto será alcançada em 2043 e 2054, respectivamente se mantidas as taxas atuais de investimento (CNI, 2015).

A Lei nº 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento e altera a Lei nº 11.445/2007, uma das principais mudanças está nas concessões que deverão passar obrigatoriamente por processos de licitação e poderão concorrer prestadoras públicas ou privadas. Os serviços poderão ser estruturados por prestação regionalizada, estruturando-se por regiões metropolitanas, unidades regionais (“unidade regional de saneamento básico: unidade instituída pelos Estados” cujos municípios não necessariamente limítrofes) ou por bloco de referência “criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares” municípios (BRASIL, 2020).

### 3.3 SANEAMENTO RURAL NO BRASIL

#### 3.3.1 Contexto Histórico do Saneamento Rural

As discussões acerca do saneamento no Brasil são majoritariamente relacionadas ao contexto urbano, priorizando-se as áreas economicamente

viáveis (PSBR, 2019). Como foi visto no tópico anterior, na história do saneamento do Brasil, os investimentos do setor de saúde pública, cujas ações de saneamento estavam inseridas, relacionaram-se principalmente às medidas de proteção da economia nacional, já que o país foi alvo de diversas epidemias e havia uma grande importância econômica da saúde do trabalhador (REZENDE e HELLER, 2008).

A primeira noção da situação do saneamento rural do país veio na segunda década do século XX com as Expedições Científicas do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) para o interior do país com objetivo de se estudar a saúde da população (Figura 7) e se descobriu um interior abandonado e alastrado por diversas epidemias (Figura 8), pois as condições de vida eram extremamente precárias (REZENDE, 2000). O livro *Saneamento do Brasil*, de Belisário Penna foi resultado desta “redescoberta dos sertões” e foi um importante marco do saneamento rural, pois informou a necessidade de políticas públicas para este contexto (PNSR EM CONSTRUÇÃO, 2020).



Figura 7 - Imagens das expedições científicas do Instituto Oswaldo Cruz ao interior do Brasil entre 1911 e 1913. Retrato do Brasil Rural. Fonte: FIOCRUZ, 1991.





Figura 8 - Imagens das expedições científicas do Instituto Oswaldo Cruz ao interior do Brasil entre 1911 e 1913. Primeira foto - Leishmaniose em Manaus (AM), 1912. Segunda foto – Doença de Chagas no Goiás, 1912. Fonte: FIOCRUZ, 1991.

Neste contexto, surgiu a Liga Pró-saneamento do Brasil, movimento higienista de vários profissionais (entre eles o Engenheiro Sanitarista Saturnino de Brito), que a partir de um entendimento de que a saúde do homem rural era fator essencial para a economia de um país agrícola, empenhou-se na defesa da saúde da população rural brasileira (REZENDE, 2000). Em 1919 iniciou o Serviço de Profilaxia Rural, órgão posteriormente incorporado ao Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) que foi responsável por serviços de saneamento rural, implantando postos de profilaxia em vários estados brasileiros (REZENDE e HELLER, 2008).

Ao longo do século XX foram criados alguns órgãos cujas ações tinham a finalidade de promover melhorias nas condições de vida da população rural, como: ações feitas na Amazônia pela SESP (1942) em convênio com o governo dos Estados Unidos descritas no tópico 3.1; a criação do Departamento Nacional de Endemias Rurais (1956) cuja função compreendia o mapeamento geográfico das endemias, elaboração de metodologias profiláticas e ações regionais de acordo com as necessidades locais; e a implantação de estruturas básicas de saúde nos municípios com até 20.000 habitantes, visando a interiorização dos atendimentos, coordenada pelo Programa de Interiorização das Ações de Saúde e Saneamento (1976) (PNSR EM CONSTRUÇÃO, 2020). Porém, esse processo foi historicamente desarticulado e com ações pontuais (FUNASA, 2016).

As discussões acerca do saneamento rural se concretizaram a partir do fim da década de 80, com a criação do Plano Nacional de Saneamento Rural em (1986 -1990) e posteriormente com a criação da FUNASA em 1991. Mas, os

investimentos maiores foram aplicados a partir de 1999, fazendo com que a partir disso a FUNASA se tornasse importante órgão para a implementação do saneamento rural no país (SILVEIRA, 2013).

Apesar de não serem do âmbito federal, duas importantes iniciativas tiveram impacto no acesso ao abastecimento de água no Nordeste: o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) e o Programa Um Milhão de Cisternas. O primeiro surgiu em 1996, no município de Sobral no Ceará. É uma organização não governamental formada por associações comunitárias, que auxilia a reduzir o déficit do acesso à água das comunidades rurais do estado por meio da gestão dos serviços (INSTITUTO SISAR, 2020). O SISAR recebe investimento do estado e de outras instituições com objetivo de implantar modelos de gestão compartilhada autossustentáveis, sensibilizando e capacitando os moradores para que eles sejam os responsáveis pela operação dos sistemas e a organização responsável das carências técnicas, administrativas e sociais da comunidade, no entanto, sem a responsabilidade de implementação da tecnologia (CRUZ, 2019). Atualmente, está presente em 152 dos 184 municípios do Ceará e beneficia mais de 700 mil pessoas (INSTITUTO SISAR, 2020). A segunda iniciativa, o Programa Um Milhão de Cisternas, foi criada em 1999 pela Articulação do Semiárido (ASA), organização com objetivo de garantir o acesso à água no semiárido brasileiro. Na primeira década de atuação foram mais de 1,5 milhões de pessoas atendidas, através da construção de 430 mil cisternas. Foi incorporado à política do governo no ano de 2003 e passou a receber recursos da União (CARVALHO *et. al*, 2017).

A LDNSB, em 2007, ao incorporar a ideia dos direitos humanos ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, e que seria instituída pela ONU em 2010 (ROLAND ET. AL., 2019), trouxe avanços no âmbito político para o saneamento das áreas rurais (BRASIL, 2007). Dentre as diretrizes e objetivos apresentados no art. 48 e 49 do Capítulo IX, da Política Federal de Saneamento Básico, destacam-se:

Diretriz VII - garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares.

Objetivo IV - proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados.

Com isso, as demandas de planejamento do saneamento rural foram incorporadas ao Plansab e, como sua recomendação, foi desenvolvido o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) lançado em dezembro de 2019 pela FUNASA, com elaboração feita em parceria com a UFMG e participação de gestores federais, especialistas e pesquisadores, organizações comunitárias, movimentos sociais e órgãos municipais e estaduais que atuam diretamente no saneamento rural (PNSR EM CONSTRUÇÃO, 2020).

### 3.3.2 Panorama Nacional do Saneamento Rural

O panorama da situação do abastecimento de água e esgotamento sanitário do Plansab desagregou os indicadores em urbano e rural. Desta forma, é possível observar a deficiência consequente de todo o processo histórico citado acima (FUNASA, 2019). A Figura 9 mostra a assimetria das disponibilidades dos serviços de abastecimento de água entre as áreas urbanas e rurais. Considerando o atendimento de água por rede com canalização interna ou na propriedade, o índice foi de 98,6% dos domicílios em área urbana, e de 76,5% em área rural em 2017, segundo dados da PNAD-Contínua (BRASIL, 2019). Contudo, o acesso da população rural aumentou desde 2010, quando este valor era de 64,8%. Vale apontar, também, que estes valores não representam “atendimento adequado” segundo a metodologia do Plansab, pois, mesmo que a canalização seja um fator importante, a água recebida não deve estar fora dos padrões de potabilidade e o sistema não deve ter intermitências, casos mais comuns em regiões rurais do que urbanas (BRASIL, 2019).

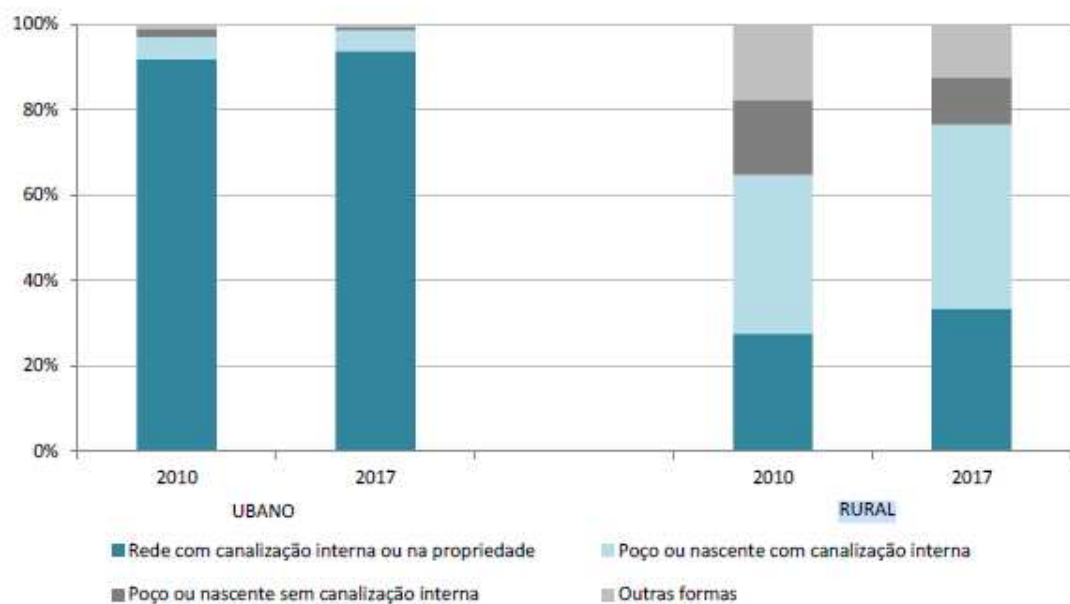


Figura 9 - Percentual de domicílios atendidos com abastecimento de água, por forma de atendimento, nas áreas urbana e rural do País, em 2010 e 2017, segundo dados do Censo e da PNAD-Contínua. Fonte: Brasil, 2019.

O esgotamento sanitário, por sua vez, mostra abismos ainda mais acentuados quando se compara o urbano e o rural, como mostra a Figura 10.

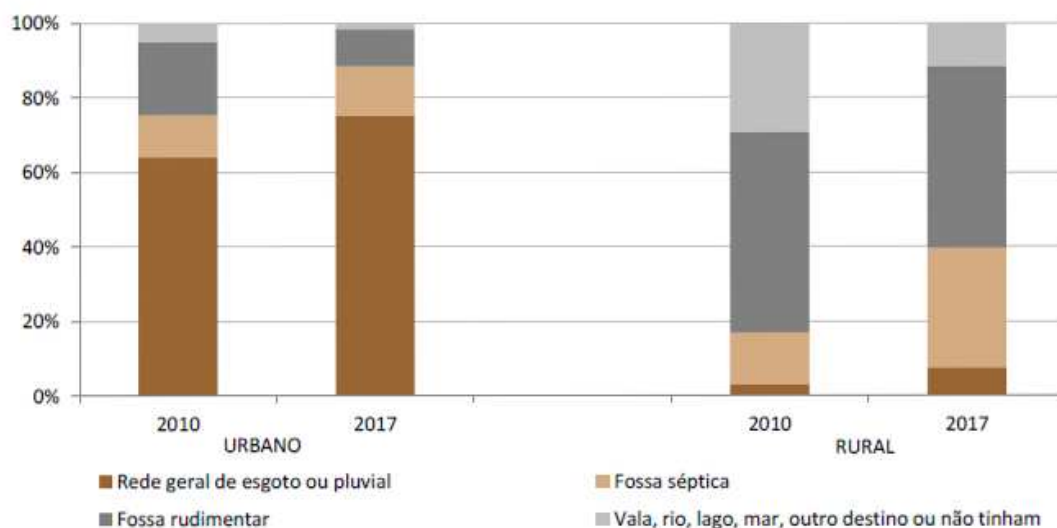


Figura 10 - Percentual de domicílios atendidos com esgotamento sanitário, por forma de afastamento, nas áreas urbana e rural do País, em 2010 e 2017, segundo dados do Censo e da PNAD-Contínua. Fonte: Brasil, 2019.

Neste caso, o percentual de acesso à rede geral de esgoto ou pluvial foi superior a 75% na área urbana e inferior a 10% na área rural no ano de 2017. Houve uma queda do déficit entre os anos 2010 e 2017, visto que o uso de fossa

séptica passou de 13,9%, em 2010 para 32,0%, porém no ano de 2017, em números absolutos, 5,4 milhões de domicílios ainda destinavam efluentes em fossas rudimentares ou valas, rios, lagos, mar ou outro destino segundo os dados da PNAD-Contínua (BRASIL, 2019). Também vale destacar que os valores de déficit podem ser maiores, pois não refletem as porcentagens de efluente destinado a rede coletora, mas que não é tratado, ou para fossas sépticas que não são sucedidas por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetada e construída (BRASIL, 2019).

Um reflexo desta situação foi ressaltado durante o estudo para a concepção, formulação e elaboração do PNSR, em que foram apresentados panoramas dos serviços de abastecimento de água (RAID, 2017) e de esgotamento sanitário (SILVA, 2017) de quinze comunidades rurais com peculiaridades distintas. Em ambos os casos foi observada a precariedade dos serviços e ausência ou omissão do poder público quanto à gestão (RAID, 2017; SILVA, 2017). E, como consequência desta falta, principalmente quanto aos serviços de esgotamento sanitário, estão a manutenção inadequada ou o abandono das tecnologias (SILVA, 2017).

#### 3.3.2.1 Comunidades Tradicionais e o Saneamento

Os PCTs vivem majoritariamente na área rural do país onde os serviços de saneamento são escassos e não existem informações oficiais desagregadas do saneamento nas diferentes comunidades tradicionais (BRASIL, 2014).

Ferreira e Pantaleão (2016), Mercado e colaboradores (2018) e Silva, Lima e Spinola (2020), partir de pesquisas in loco, mostraram a ineficiência ou ausência dos serviços de abastecimento de água esgotamento sanitário em comunidades quilombolas de diferentes regiões do Brasil. Silva e Fernandes (2013) estudaram os territórios das Quebradeiras de Coco Babaçu no norte do Piauí, apresentando também a falta de acesso desses serviços. Enquanto Bernardes e Bernardes (2013) mostraram também as dificuldades de acesso de abastecimento de água e inexistência de esgotamento sanitário em comunidades ribeirinhas da Amazônia e Souza e Montysuma (2019) realizaram um estudo comparativo entre duas comunidades de pescadores artesanais, uma

no Brasil e outra em Malta, e encontrou também grandes déficits do saneamento na comunidade brasileira, diferente do encontrado em Malta.

Ao realizar buscas nas bases científicas, retornam-se poucos estudos que apresentam diagnósticos das realidades locais das, não permitindo ter-se um panorama geral do saneamento dos PCTs do Brasil, sendo que a maioria dos estudos existentes sobre o saneamento em comunidades tradicionais é de comunidades quilombolas.

Os desafios para implementação de soluções são constantes, pois além das infraestruturas, é necessário o entendimento dos costumes de cada comunidade existente e investimento em ações de participação e controle social para que as soluções sejam efetivas (FUNASA, 2019). O órgão responsável, na esfera federal, para o desenvolvimento de ações de saneamento nas comunidades tradicionais (com exceção dos territórios indígenas) é a FUNASA (FUNASA, 2019).

Roland (2017), ao analisar as ações do órgão entre 2004 e 2015 no meio rural e em comunidades tradicionais, observou uma forte atuação no abastecimento de água, porém há uma ausência de integralidade nos outros serviços, o que valida as condições encontradas em diferentes comunidades pelos autores citados acima onde há a inexistência dos serviços de esgotamento sanitário.

### 3.3.2.2 Povos Indígenas e o Saneamento

A população indígena se mostra como uma das menos favorecidas quanto ao acesso a serviços considerados básicos. Cardoso e colaboradores (2016) afirmam que as doenças infecto parasitárias são as principais causas morbimortalidade infantil nessa parcela da população.

A necessidade de ações em saúde e saneamento das populações indígenas veio após o contato com a população (e o modo de viver) não indígena, pois o desequilíbrio causado com o desmatamento, poluição de rios, invasões de terras e a fixação de alguns povos em porções de terras não suficientes para garantir a regeneração do ambiente necessária trouxeram desafios até então desconhecidos para esses povos (SILVA, 2018b). Existem inúmeras singularidades ao se pensar em saneamento das culturas indígenas,

pois, segundo Weiss (1998), para os povos em relativo isolamento, a prática de defecação a céu aberto é adequada desde relacionada ao deslocamento dentro do território (SILVA, 2018b). No entanto, muitos grupos que estavam acostumados com tal prática sofreram mudanças por perda de territórios e conversão para o sedentarismo, o que provocou maiores concentrações demográficas nas TIs e, sendo tais fatores, aliados à ausência ou implantação de serviços padronizados, são fatores que contribuem para a precariedade da saúde desses povos (PENA e HELLER, 2008).

Segundo Silva (2018b), no âmbito das políticas públicas, o direito de acesso à saúde e saneamento dos povos indígenas teve importante marco no ano de 1986 quando houve as primeiras discussões que indicavam a “necessidade de um sistema de saúde específico que contemplasse as especificidades e particularidades étnicas das populações indígenas”. Durante a década de 90, portanto, a responsabilidade das ações de saúde indígena permeou entre a FUNAI e a FUNASA, mas no ano de 1999, com a Lei Arouca (Decreto nº 9.836), a saúde e o saneamento indígena se estabelecem no Ministério da Saúde, com responsabilidades da FUNASA, e, a partir disso, foram criados o Subsistema de Atenção à Saúde Indígena (SASISUS), parte do Sistema Único de Saúde (SUS), e os Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEIs), unidade gestora descentralizada do SASISUS (TEIXEIRA, 2012; SILVA, 2018).

No ano de 2010, foi criada a Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), secretaria pertencente ao Ministério da Saúde, atual responsável em desenvolver ações de atenção integral à saúde indígena, devendo observar as práticas de saúde tradicionais indígenas, e realizar ações de saneamento e edificações de saúde indígena (SESAI, 2020). Dentro da SESAI existe o Departamento de Atenção à Saúde Indígena (DASI) e o Departamento de Determinantes Ambientais de Saúde Indígena (DEAMB), sendo este último àquele competente em “planejar, coordenar, supervisionar, monitorar e avaliar as ações referentes a saneamento e a edificações de saúde em território indígena”. As áreas de atuação do DEAMB integram os segmentos de estruturação e operacionalização do saneamento nas aldeias, sendo o primeiro relativo à implantação, reforma e ampliação das infraestruturas de abastecimento de água e implantação de Melhorias Sanitárias Domiciliares

(MSD), enquanto que a operacionalização envolve: manutenção da infraestrutura de abastecimento de água e MDS; monitoramento, tratamento e ações de garantia da qualidade da água para consumo humano; gerenciamento de resíduos sólidos; e atuação em surto de doenças relacionadas ao saneamento (SESAI, 2020).

A SESAI atua por meio dos 34 DSEIs presentes no Brasil que se estendem considerando principalmente as fronteiras étnicas, ou seja, não estão restritos às unidades federativas, mas sim de acordo com as etnias indígenas presentes em um espaço (TEIXEIRA, 2012). Relativo ao saneamento básico, além da implantação e execução dos serviços citados acima, estão previstos dentro de cada DSEI a participação dos Agentes Indígenas de Saneamento, indígenas que passam por processo de capacitação para atuar dentro das aldeias (SESAI, 2020).

Segundo dados da SESAI (2018), 47% das aldeias possuem abastecimento de água, sistemas que contam com no mínimo captação e reservação e, destes, 29% têm estrutura para o tratamento de água. Quanto ao esgotamento sanitário, são realizadas as MSD que são instalações hidrossanitárias compostas por vaso sanitário, descarga de água, lavatório e ramal para descarte do esgoto até sua disposição final em tanque séptico, seguido de sumidouro (SESAI, 2018).

Existem poucos estudos relacionados a saneamento e comunidades indígenas. Algumas pesquisas, principalmente da área de saúde, apontam como fator comum ausência de saneamento nas comunidades indígenas e a prevalência de doenças relacionadas a este fator. Escobar e colaboradores (2015), a partir de uma amostra nacional, estudaram a prevalência de diarreia em crianças indígenas. Os autores obtiveram que, para o período de uma semana, aproximadamente 25% das crianças indígenas do país tiveram diarreia, enquanto a média brasileira é inferior a 10% para um período de 14 dias.

A prática da defecação a céu aberto próxima aos domicílios indígenas é uma possível causa para a alta prevalência de parasitos intestinais em diversas comunidades indígenas (Moura et al. 2010; Brandelli et al. 2012; Assis et al. 2013). Pesquisas realizadas por Penna e Heller (2008), Brandelli e colaboradores (2012) e Assis e colaboradores (2013), em aldeias de etnias Xakriabá (MG), Mbyá-Guarani (RS), Maxakali (MG), respectivamente,



apontaram valores próximos a 75% para a ausência de instalações sanitárias e possíveis relações da falta de saneamento com a precariedade da saúde dessas populações. Santos et. al. 2018, por outro lado, apontou melhores condições de saúde em pesquisa com o povo Pataxó, possivelmente relacionada a melhores indicadores de saneamento, onde aproximadamente 6% dos domicílios das aldeias Pataxó não possuíam instalação sanitária. Contudo, Pena e Heller (2008) concluem que os serviços de saneamento são necessários, porém não suficientes para promover a melhoria da saúde.

Apesar de ser divulgada pela Sesai que a instalação de MDS nas aldeias deve respeitar as tradições históricas e culturais da população, os relatórios de gestão da secretaria apontam que tais módulos sanitários padronizados são a única opção para o esgotamento (SESAI, 2020) e muitas vezes são inutilizados pela população por falta de aceitabilidade (SESAI, 2018).

O entendimento das práticas sanitárias de cada etnia ainda é um extenso trabalho a ser realizado pelas instituições de pesquisa. Uma das diretrizes do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) é apoiar, técnica e financeiramente, a elaboração do Subprograma Nacional de Saneamento Indígena (SNSI) com a participação permanente dos povos originários. Dentre as estratégias dessa diretriz, destaca-se o comprometimento em respeitar as diversidades culturais, “consistindo em uma construção social e intercultural, garantindo-se o respeito à livre determinação dos povos quanto à incorporação e integração de seu conhecimento e diversidade cultural aos eixos estratégicos (Educação e Participação Social, Gestão e Tecnológico) do SNSI”.

Silva (2018b), em pesquisa para compor do panorama do saneamento indígena no âmbito do PNSR, estudou as práticas sanitárias do povo Enawene-Nawe (MT). A pesquisadora aprofundou-se em compreender as relações com a terra e a água, discutiu a real necessidade da implantação de estruturas sanitárias ao entrevistar os indígenas, as lideranças e órgãos indigenistas, pois é um povo tradicionalmente não sedentário e as estruturas promovem sua fixação no território que trazem outras consequências como o esgotamento do solo. A complexidade do assunto fez com que a autora concluísse a pesquisa com mais questionamentos que respostas, mas afirmou que “é preciso conversar muito com os moradores da aldeia antes da inserção de qualquer estrutura ou programa” (SILVA, 2018b).

### 3.3.3 Programa Nacional de Saneamento Rural

O PNSR foi formulado e será implementado a partir de princípios e valores que possam alcançar as demandas de uma população rural tão diversa como a brasileira (FUNASA, 2019). A diversidade do rural brasileiro é um dos grandes desafios para a universalização do saneamento e na implantação de soluções adequadas. Entra, portanto, neste contexto, o conceito de ruralidade que está relacionado aos distintos modos de vida dos indivíduos e como eles se relacionam entre si e com o ambiente (ROLAND ET. AL., 2019), trazendo diversas peculiaridades ambientais e socioculturais (GALIZONI, 2019). Desta forma, entender as especificidades espaciais da área rural consiste em se aproximar do princípio da equidade no momento de formulação de políticas públicas (BRASIL, 2013). O documento publicado pela FUNASA destaca os seguintes princípios e valores, tendo como apoio marcos referenciais importantes para se pensar em ações de saneamento especificamente voltadas para a realidade rural:

- Saneamento Básico como Direito Humano: a Assembleia Geral da ONU reconheceu, por meio da Resolução nº 64/292, o acesso à água potável para consumo humano e ao esgotamento sanitário, como condicionantes do pleno desfrute dos outros direitos (ONU, 2010).
- Saneamento Básico como Promoção da Saúde: a saúde foi reconhecida como direito universal de cidadania, no Brasil, a partir da Constituição Federal, em 1988, e com a instituição do Sistema Único de Saúde, em 1990, passando ser resultante de processos sociais, como educação, trabalho, renda, moradia, saneamento, entre outros.
- Saneamento Básico e Erradicação da Extrema Pobreza: a correlação entre a pobreza e falta de acesso ao saneamento adequado, sobretudo à água potável segura, foi reforçada no Relatório do Desenvolvimento Humano, elaborado pelo Programa das Nações Unidas (PNUD) em 2006 (PNUD, 2006).

- Saneamento e Desenvolvimento Rural Solidário e Sustentável: dentre outros marcos importantes, a realização da 1ª Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário (CNDRSS), no ano de 2008, foi marcante pela atenção às diversidades sociais e regionais e pela nova visão sobre o desenvolvimento rural do país em contemplar as dimensões econômica, política, social, ambiental, cultural e ética da sustentabilidade.

Quanto à distribuição das áreas rurais, o IBGE classifica os setores censitários da área rural como aqueles externos ao perímetro urbano (definido nas legislações municipais) conforme descrito no Quadro 2 e ilustrado no esquema espacial da Figura 11.

Quadro 2 - Descrição de áreas urbanas e rurais, segundo setores censitários do IBGE. Fonte: FUNASA, 2019.

1	<b>Área urbanizada de cidade ou vila:</b> “Áreas legalmente definidas como urbanas e caracterizadas por construções, arruamentos e intensa ocupação humana; áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano e aquelas reservadas à expansão urbana”.
2	<b>Área não urbanizada de cidade ou vila:</b> “Áreas legalmente definidas como urbanas, mas caracterizadas por ocupação predominantemente de caráter rural”.
3	<b>Área urbana isolada:</b> “Áreas definidas por lei municipal e separadas da sede municipal ou distrital por área rural ou por outro limite legal”.
4	<b>Aglomerado rural de extensão urbana:</b> “Localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a menos de 1 Km de distância da área urbana de uma Cidade ou Vila. Constitui simples extensão da área urbana legalmente definida”.
5	<b>Aglomerado rural isolado – povoado:</b> “Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui pelo menos 1 (um) estabelecimento comercial de bens de consumo frequente e 2 (dois) dos seguintes serviços ou equipamentos: 1 (um) estabelecimento de ensino de 1º grau em funcionamento regular, 1 (um) posto de saúde com atendimento regular e 1 (um) templo religioso de qualquer credo. Corresponde a um aglomerado sem caráter privado ou empresarial ou que não está vinculado a um único

	proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas, quer primárias, terciárias ou, mesmo secundárias, na própria localidade ou fora dela”.
6	<b>Aglomerado rural isolado – núcleo:</b> “Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui caráter privado ou empresarial, estando vinculado a um único proprietário do solo (empresas agrícolas, indústrias, usinas, etc.)”.
7	<b>Aglomerado rural isolado - outros aglomerados:</b> “São os aglomerados que não dispõem, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos definidores dos povoados e que não estão vinculados a um único proprietário (empresa agrícola, indústria, usina, etc..)”.
8	<b>Zona rural, exclusive aglomerado rural:</b> “São áreas rurais não classificadas como aglomerados”.

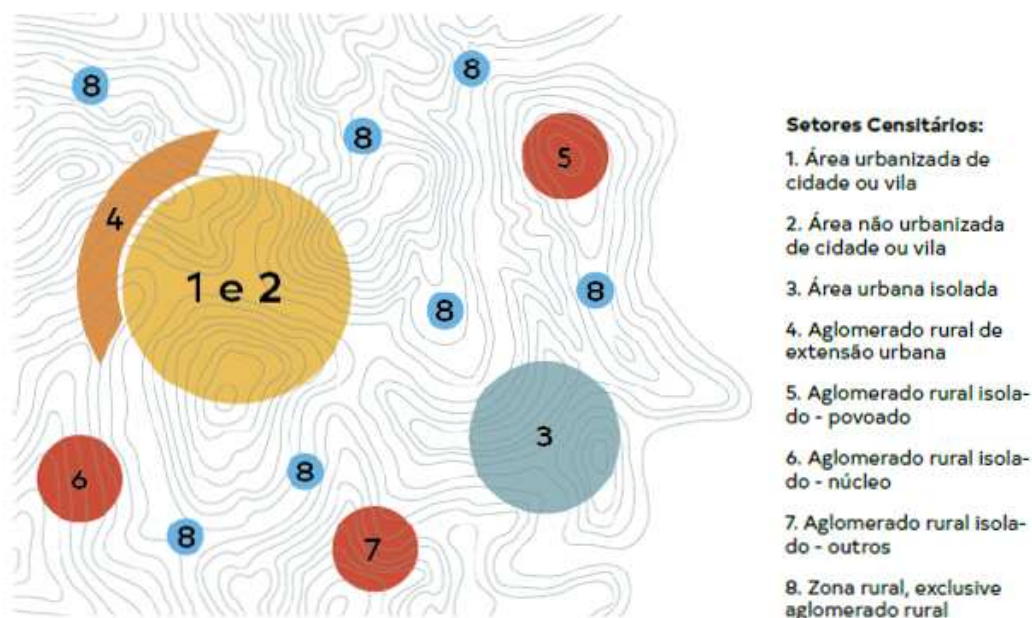


Figura 11 - Desenho esquemático espacializado dos setores censitários segundo a classificação do IBGE

Sabendo que esta classificação influencia na escolha das soluções de saneamento para cada característica de população, foi proposta uma reclassificação de unidades de registro de informações do IBGE, pois segundo Rigotti e Hadad (2019), os setores de código 2 e 3 apresentam características sociodemográficas que “refletem dinâmicas rurais e que uma parcela dos setores censitários de código 1 apresenta densidade demográfica incompatível com a de áreas urbanizadas”. Com isso, a população rural aumenta de 29,54 milhões de

habitantes (15,6% da população) para 39,91 milhões de habitantes (21,0% da população) (FUNASA, 2019). Desta forma, essa nova classificação, proposta pelo PNSR, possibilita a orientação de soluções de saneamento similares, sejam elas coletivas ou individuais, para cada grupo dos setores censitários, como mostra o esquema da Figura 12.

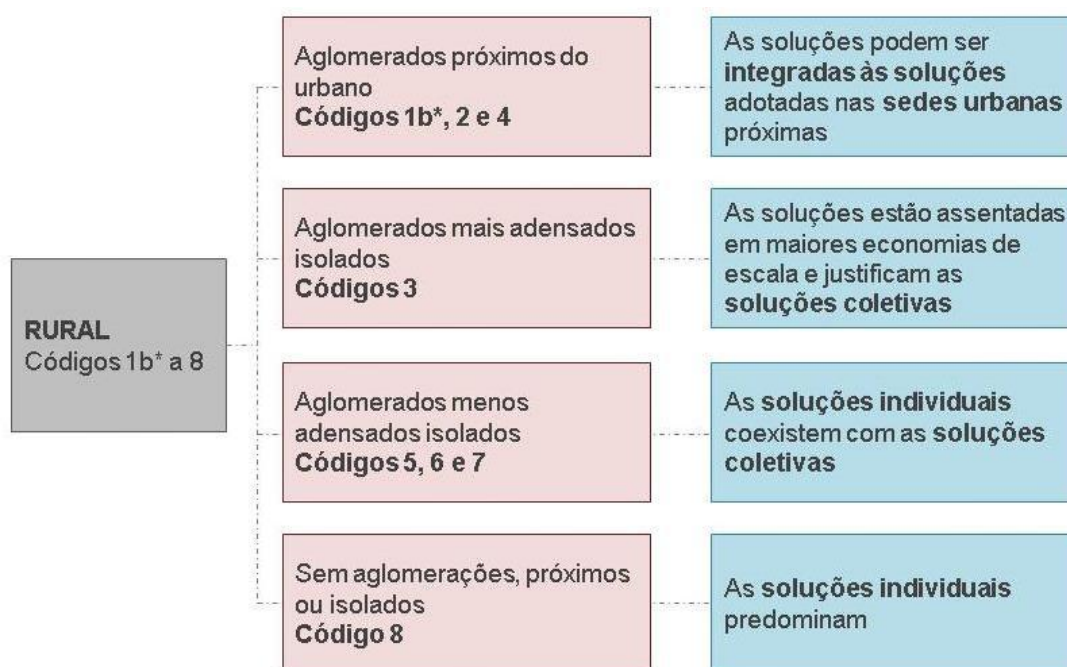


Figura 12 - Agrupamentos de setores censitários e respectivas orientações de soluções de saneamento. Fonte: Brasil, 2013.

O PNSR realizou um panorama do saneamento desagregando os dados por região do país e por códigos de setores. Tanto em relação ao abastecimento de água quanto ao esgotamento sanitário, os domicílios presentes no setor 8 possuem maiores déficits em relação àqueles situação nos setores 5, 6 e 7 devido às condições de isolamento.

O PNSR tem um horizonte de 20 anos e tem o objetivo de atender quase 40 milhões de pessoas das áreas rurais do país até 2038. As metas estão estabelecidas a partir de indicadores e serão acompanhadas nos próximos Planos Plurianuais (PPA) do Governo Federal. Até 2038 pretende-se aumentar o indicador de abastecimento de água adequado de 72% para 96% (7 milhões de domicílios), de presença de instalações hidrossanitárias de 80% para 87% (4 milhões), e de esgotamento sanitário adequado de 30% para 76% (9 milhões)

(FUNASA, 2019). No entanto, para atingir tais metas, deve-se pensar em soluções diversas que possam abranger as diferentes realidades.

No saneamento rural, principalmente em áreas isoladas, as tecnologias por si só não resolvem o problema. A articulação com a comunidade é fundamental, pois deve haver um processo de sensibilização, no qual o beneficiário entenda o valor de haver um saneamento adequado na comunidade (TRATA BRASIL, 2020a). Para alcançar uma solução adequada, além da implantação da tecnologia, é necessário o apoio da gestão, nos diversos níveis, e de ações de educação e participação social. Neste sentido, o PNSR se apoia em três eixos estratégicos, divididos em medidas estruturantes e medidas estruturais. As medidas estruturais são as infraestruturas implantadas para a melhoria dos serviços, enquanto as medidas estruturantes são as ações que sustentam o funcionamento das tecnologias. Estes três eixos, Gestão dos Serviços, Educação e Participação Social e Tecnologia, são sintetizados na Figura 13 (FUNASA, 2019).

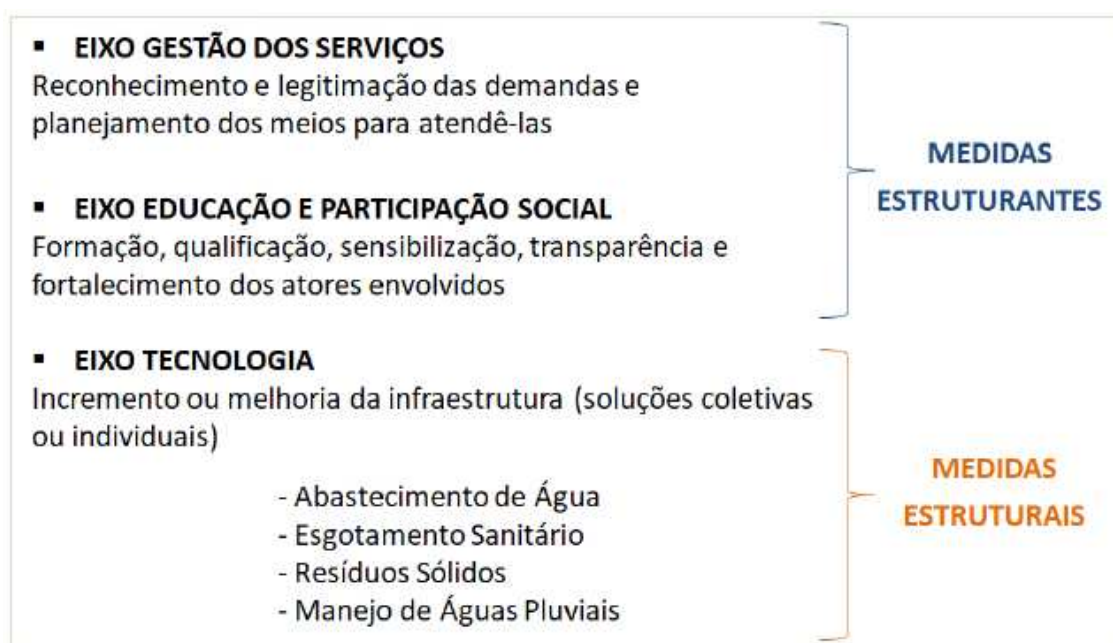


Figura 13 - Eixos estratégicos do PNSR: prerrogativas e medidas estruturantes e estruturais. Fonte: FUNASA, 2019.

As infraestruturas comumente implantadas para a melhoria dos serviços de esgotamento sanitário no meio rural são os tanques sépticos, porém

principalmente em áreas onde os fatores culturais e sociais são determinantes, como por exemplo em comunidades tradicionais e indígenas, as medidas estruturais devem dialogar com as estruturantes (FUNASA, 2019). Algumas tecnologias não convencionais para o tratamento de efluentes para sistemas descentralizados são chamadas de tecnologias sociais. Tecnologia social é um conceito que envolve a participação coletiva nos processos de desenvolvimento, implementação e disseminação de uma solução a partir de metodologias desenvolvidas com a participação da comunidade em busca de maneiras de resolver os problemas sociais existentes (EMATER/FBB, 2016).

### 3.3.4 Tratamento de Efluentes por Sistemas Descentralizados

Os sistemas descentralizados de tratamento de efluente são diferentes dos sistemas centralizados tradicionais, pois a coleta, o tratamento e a disposição final do efluente ocorrem próximos à geração. De modo geral, pode-se dividir os sistemas descentralizados em unidades individuais (para 1 ou 2 famílias próximas) ou em sistemas semicoletivos que atendem um agrupamento de até 20 pessoas (TONETTI *et. al*, 2018).

Uma das principais vantagens dos sistemas descentralizados é a opção de tratar os efluentes de águas cinza e águas sanitárias separadamente (TONETTI *et. al*, 2018). Águas cinza são os efluentes produzidos na cozinha, nas pias e chuveiros do banheiro, nos tanques e máquinas de lavar, ou seja, todos os efluentes da casa, exceto aquele do vaso sanitário. Enquanto águas sanitárias são os efluentes do vaso sanitário, também chamado de águas escuras/marrons (FUNASA, 2018).

Para se entender as peculiaridades dos processos de tratamento dos sistemas descentralizados, é importante compreender os principais níveis de tratamento em uma estação de tratamento de esgoto (ETE) (Figura 14), que é caracterizada como um sistema centralizado (TONETTI *et. al*, 2018).

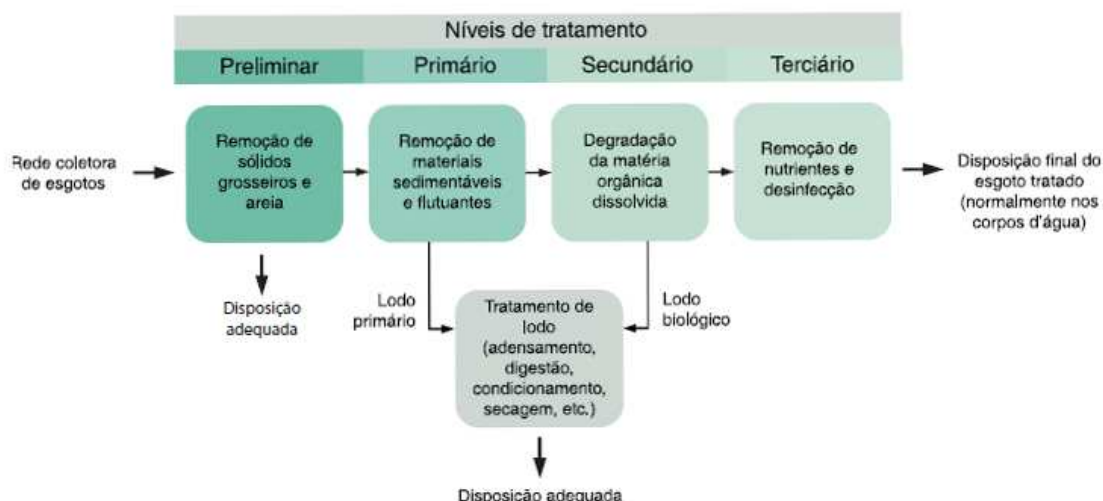


Figura 14 - Fluxograma de um sistema centralizado de tratamento de esgoto. Fonte: TONETTI et. al, 2018.

A Figura 14 mostra o processo de remoção dos poluentes a partir dos seguintes níveis: Preliminar; Primário; Secundário; Terciário (VON SPERLING, 2005). O tratamento preliminar visa à remoção de sólidos grosseiros e areia a partir de processos físicos. O tratamento primário, por sua vez, remove principalmente os sólidos sedimentáveis também através de processos físicos. A degradação de matéria orgânica ocorre através no tratamento secundário, onde predominam os processos biológicos, podendo ser aeróbios ou anaeróbios. E, por fim, o tratamento terciário tem como objetivo a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e a desinfecção do efluente (VON SPERLING, 2005), sendo esta etapa incomum nas ETEs do Brasil (TONETTI et. al, 2018).

Nos sistemas descentralizados, geralmente, não há necessidade de tratamento preliminar, desde que não haja descarte de sólidos grosseiros no vaso sanitário. Os tratamentos primários e secundários podem ser realizados por diversas tecnologias, como o tanque séptico e a bacia de evapotranspiração (BET), detalhadas nos tópicos seguintes (TONETTI et. al, 2018). Segundo FUNASA (2018), a remoção de nutrientes e patógenos pode ser feita através de zona de raízes, no entanto Tonetti e colaboradores (2018) atentam para o fato de que esses sistemas podem consumir parte do nutriente, mas devem ser dimensionados e manejados adequadamente.



### 3.3.4.1 Tecnologia convencional - tanque séptico

O tanque séptico (ou fossa séptica) é uma das tecnologias mais utilizadas no Brasil para o tratamento de efluentes onde não há rede de esgoto (FUNASA, 2018). Segundo a NBR 7229/1993, é definido como uma “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão” (ABNT, 1993), ou seja, é utilizado como tratamento primário e secundário (TONETTI *et. al*, 2018).

A Figura 15 mostra uma seção transversal de um tanque séptico retangular de câmara única:

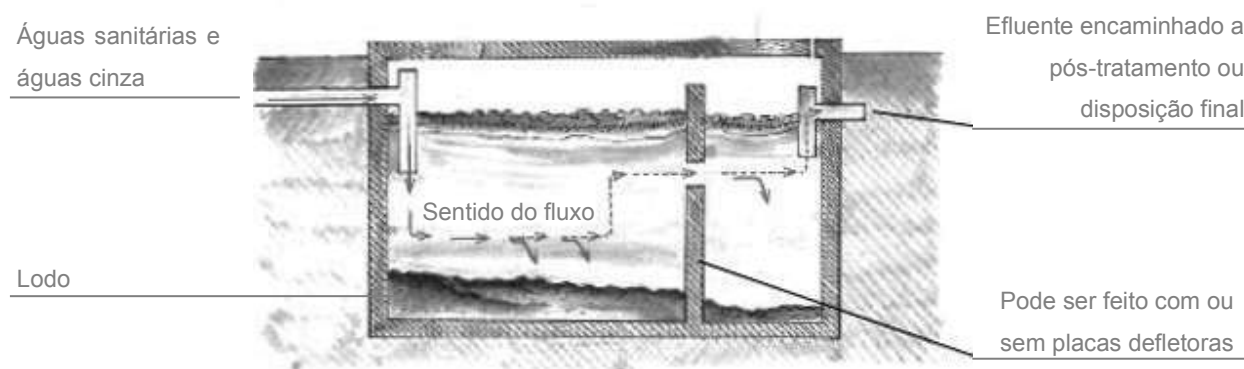


Figura 15 - Tanque séptico retangular de câmara única. Fonte: Funasa, 2019 (Adaptado).

Como mostra a Figura 15, o tanque séptico recebe diferentes tipos de efluentes, porém não pode receber águas pluviais, devendo ser vedada (ABNT, 1993; TONETTI *et. al* 2018). O efluente deve ser conduzido pelo encanamento até o fundo do tanque, onde os sólidos se acumulam e a matéria orgânica é degradada pelas bactérias ali presentes. Além do acúmulo do lodo, há também a formação de materiais mais leves como óleos, graxas e sólidos flotáveis que formam a espuma que é barrada pelas placas defletoras (ANDREOLI, 2009).

A limpeza do tanque deve ser feita com a retirada do lodo e da espuma com periodicidade definida no projeto (ABNT, 1993). Quando o sistema é corretamente operado, seguindo o tempo correto de limpezas e volumes de entrada previstos no projeto, o sistema remove de 50 a 80% dos sólidos suspensos totais (SST) e 40 a 70% da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (ANDREOLI, 2009).

Devido à baixa remoção de patógenos e sólidos sedimentáveis do tanque, é recomendado um pós-tratamento do efluente (GOMES, 2015). A NBR 13969 apresenta “alternativas técnicas consideradas viáveis para proceder ao tratamento complementar e disposição final do efluente do tanque séptico” (ABNT, 1997). Alguns destes tratamentos complementares descritos detalhadamente na norma são: filtro anaeróbio; filtro aeróbio submerso; filtros de areia; lodo ativado por batelada (LAB) (ABNT, 1997). Alguns sistemas não convencionais, como a zona de raízes (sistemas alagados construídos ou *wetlands* construídos) e vermifiltro, também podem ser utilizados para o pós-tratamento do tanque séptico (FUNASA, 2018; TONETTI *et. al*, 2018).

A disposição final pode ser realizada por valas de infiltração ou sumidouros (ABNT, 1997; FUNASA, 2019) e, também, por sistemas não convencionais como círculo de bananeiras (FUNASA, 2019; TONETTI *et. al*, 2018).

#### 3.3.4.2 Tecnologias não convencionais

O ambiente rural brasileiro requer diferentes soluções para que se possa adequar a sua diversidade, pois, além dos aspectos culturais de cada localidade, as regiões do Brasil apresentam diferentes condições ambientais (BRASIL, 2013).

As tecnologias não convencionais seguem os princípios do saneamento baseado em recursos (FUNASA, 2018), ou também chamado de saneamento ecológico (FONSECA, 2008; MACHADO *et. al*, 2019), que considera as condições ambientais e socioculturais locais, a disponibilidade de materiais e mãos de obra locais, e procura fechar o ciclo entre saneamento e agricultura, buscando a reciclagem da água e dos nutrientes (FONSECA, 2008).

Um dos principais princípios do saneamento ecológico é o tratamento separado dos efluentes, em pelo menos águas cinza e sanitárias, pois os efluentes domésticos têm características distintas que, se separados, podem ser melhor aproveitados através de soluções mais simples e eficientes (FONSECA, 2008).

Funasa (2018) aponta que os efluentes podem ser tratados a partir de três níveis (sem separação, com separação simplificada e com separação

completa) e a partir de soluções com ou sem a utilização de água, como mostra a Figura 16.

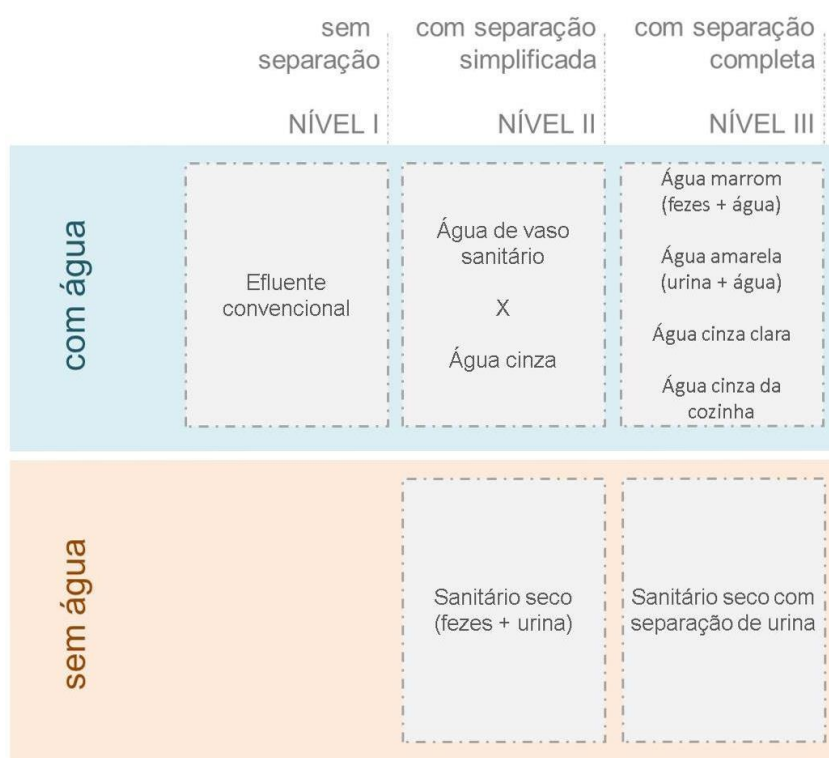


Figura 16 - Níveis de separação de efluentes domésticos. Funasa, 2018 (adaptado).

O nível III, com separação completa, aproveita ao máximo do potencial do efluente (FUNASA, 2018), porém Tonetti e colaboradores (2018) indicam que a separação simplificada já seria suficiente, pois estudos mostram que esta prática de separação em duas parcelas em domicílios rurais brasileiros é uma realidade mais viável (FIGUEIREDO, 2019). Já em relação ao uso da água, a escolha das tecnologias, com ou sem veiculação hídrica das excretas, dependerá da disponibilidade hídrica da região e da aceitabilidade do usuário (FUNASA, 2018; TONETTI *et. al* 2018; FUNASA; 2019).

Algumas tecnologias alternativas para o saneamento rural foram apresentadas no Catálogo de Soluções Sustentáveis (CataloSan) (FUNASA, 2018) e no PNSR (FUNASA, 2019). No ano de 2018, foi publicado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) o livro “Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções” que faz uma apresentação e comparação de diferentes tecnologias,

convencionais e alternativas, definindo critérios de escolha para as diferentes condições. Dentre as tecnologias alternativas, os autores apresentam soluções sem a utilização da água, opções para o tratamento de águas cinza (ou pós-tratamento de águas sanitárias) e tratamento para águas sanitárias.

#### 3.3.4.2.1 Tecnologias sem veiculação hídrica

Em locais de escassez hídrica ou sem atendimento de água pela rede pública, uma opção é a escolha de soluções que não utilizam água para a descarga de excretas, como o banheiro seco compostável. O sistema é composto por uma bacia de evacuação, sem descarga, e uma câmara impermeabilizada logo abaixo para o armazenamento, desidratação e compostagem dos dejetos, como mostra a Figura 17.

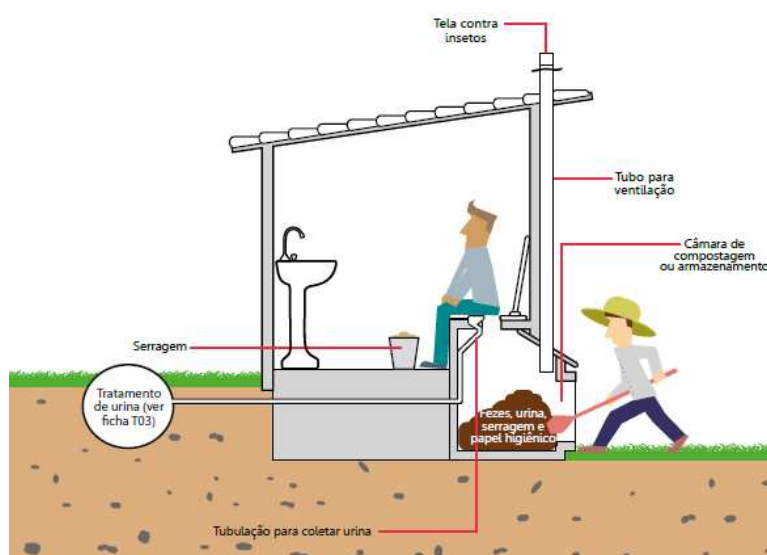


Figura 17 – Banheiro seco compostável. Fonte: Tonetti *et. al*, 2018

A Figura 17 mostra que, além das fezes, urina (pouca quantidade) e papel higiênico utilizado, adiciona-se também um material seco (geralmente serragem) para que possa ocorrer a compostagem. Recomenda-se a construção de uma câmara dupla para que enquanto uma é a utilizada, acontece o repouso no material na outra, pois é necessário um tempo mínimo de seis meses antes da utilização do composto em áreas agrícolas (FUNASA, 2018; TONETTI, 2018).

A separação da urina também é recomendada pela Funasa (2018), pois a entrada excessiva pode gerar maus odores, por conta da volatilização da

amônia ( $\text{NH}_3$ ). Mas, segundo Jenkins (2005), não é interessante a separação da urina, pois faltará umidade para que a compostagem ocorra adequadamente, desta forma recomenda-se que sejam adicionadas mais fontes de carbono para que a proporção adequada entre carbono e nitrogênio (C/N) seja alcançada. OTA (2018), ao entrevistar 38 usuários de banheiros secos no Brasil, concluiu que não existe consenso quanto à separação da urina, pois dependerá de peculiaridades locais como a umidade do local de compostagem.

Se a separação for realizada, a urina deve seguir para o tratamento no sistema de águas cinza, ou pode ser estocada por tempo suficiente para o uso seguro como fertilizante em áreas agrícolas (TONETTI *et. al*, 2018). Uma pesquisa realizada no Ceará, a partir de um método de higienização de baixo custo que utiliza energia solar, mostrou que o tempo de inativação total dos coliformes termotolerantes presentes na urina foi de 14 dias (BOTTO, 2013). Enquanto Martins (2016) encontrou níveis próximos a zero de coliformes termotolerantes apenas com a estocagem da urina em local de temperaturas entre 25 e 26°C.

#### 3.3.4.2.2 Tecnologias para tratamento de águas cinza

O impacto das águas cinza no ambiente e na saúde humana ainda é pouco avaliado nas pesquisas, porém é muito comum que este efluente seja diretamente despejado no solo, em regiões rurais do Brasil, sem que haja preocupação com o tratamento (TONETTI *et.al*, 2018).

Existem opções para o tratamento com a saída do efluente tratado e possível reaproveitamento deste efluente, como a zona de raízes (Figura 18a), e com saída, ou com a disposição no solo, como é o caso do círculo de bananeiras (Figura 18b).

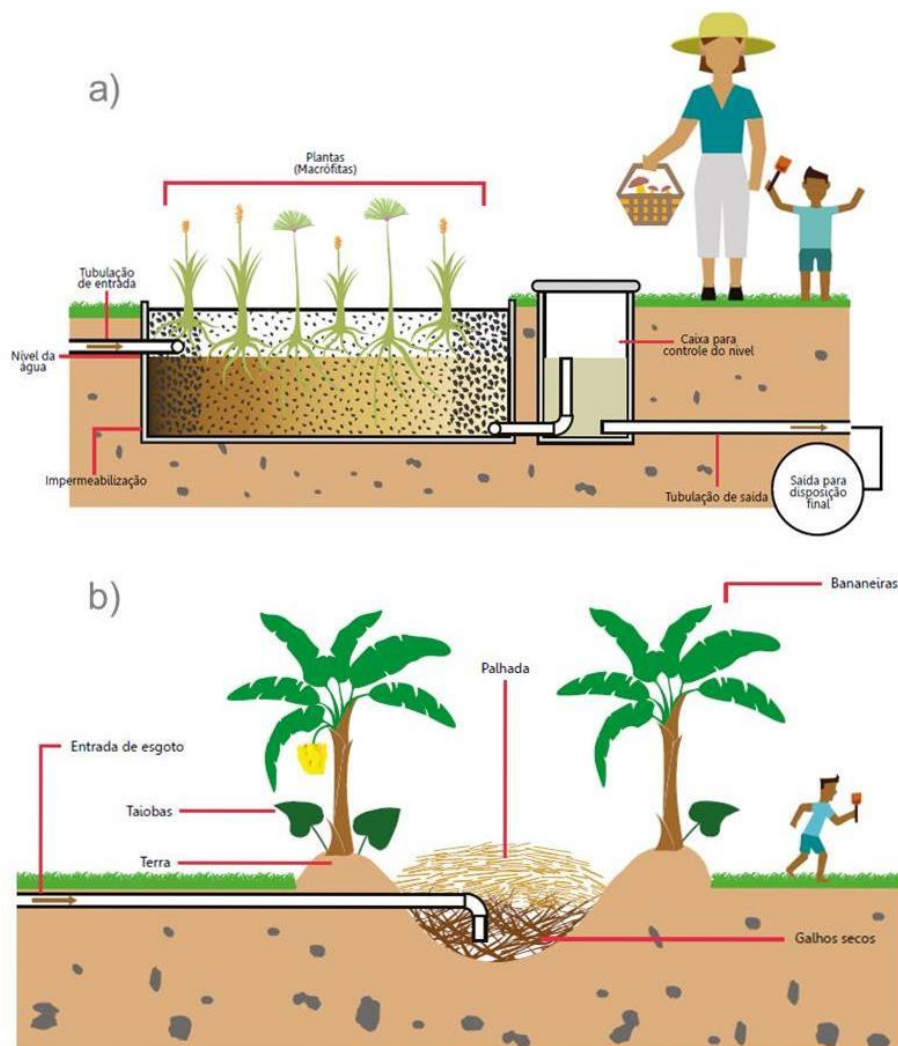


Figura 18 - Zona de raízes (a) e Círculo de bananeiras (b). Fonte: Tonetti *et. al*, 2018.

A zona de raízes é um sistema projetado para reproduzir processos naturais de depuração (SILVA, 2007), é constituída de um tanque raso impermeabilizado preenchido de diferentes materiais, como areia, brita e outros meios suporte para o crescimento de microrganismos e plantas aquáticas ou macrófitas. A vegetação utilizada deve ser de crescimento rápido e de boa adaptabilidade em ambientes alagados, sendo a espécie comumente utilizada é o copo de leite (*Zantedeschia aethiopica*) (LEMES *et al.*, 2008). A região próxima às raízes das macrófitas tem uma importante função para a oxigenação e depuração do efluente, através de processos físicos e químicos (BRIX, 1994).

O círculo de bananeiras, por sua vez, é uma escavação circular no solo para onde será encaminhado o efluente que será coberto com material vegetal, como galhos e palha, e com bananeiras plantadas ao redor (TONETTI *et. al*,

2018). Os nutrientes do efluente são consumidos pelas bananeiras, os restos de alimentos são degradados pelos microrganismos presentes no solo e eventuais excessos de gordura ficarão retidos na camada de palha (FUNASA, 2018; TONETTI *et. al.*, 2018). Rodrigues Júnior (2012) indica a aplicação de uma camada de argila no solo caso seja muito arenoso, pois retarda a infiltração e possibilita melhor depuração do efluente pelos microrganismos ali presentes.

No círculo de bananeiras não é necessária uma caixa de gordura prévia, porém para o tratamento por zona de raízes o efluente deve passar pela caixa de gordura para que haja a retenção de sólidos grosseiros e que evite entupimentos do sistema. Além do tratamento de águas cinza, ambas as tecnologias podem ser também utilizadas como unidades de pós-tratamento de sistemas nos quais a matéria orgânica já foi parcialmente digerida.

#### 3.3.4.2.3 Tecnologias para tratamento de águas sanitárias

As águas sanitárias são aquelas que possuem maior teor de matéria orgânica e de patógenos, portanto, é tipo de efluente doméstico com maior potencial de riscos para a saúde humana. Existem diversas tecnologias para o tratamento deste efluente, como a fossa séptica biodigestora e a bacia de evapotranspiração (FUNASA, 2018; TONETTI *et al.* 2018).

A fossa séptica biodigestora é uma tecnologia desenvolvida pelo veterinário Antônio Pereira de Novaes, pesquisador da Embrapa Instrumentação (FIGUEIREDO, 2019) e tem objetivo de tratar as águas sanitárias de uma família de até cinco pessoas (NOVAES *et. al.*, 2002). Consiste em três caixas d'água de fibra de vidro de 1000 litros (Figura 19), onde ocorrerá a digestão sob condição anaeróbia, cujo efluente final pode ser utilizado como biofertilizante se as condições de temperatura e tempo de residência forem adequados, aproximadamente 35 dias (NOVAES *et. al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2017).

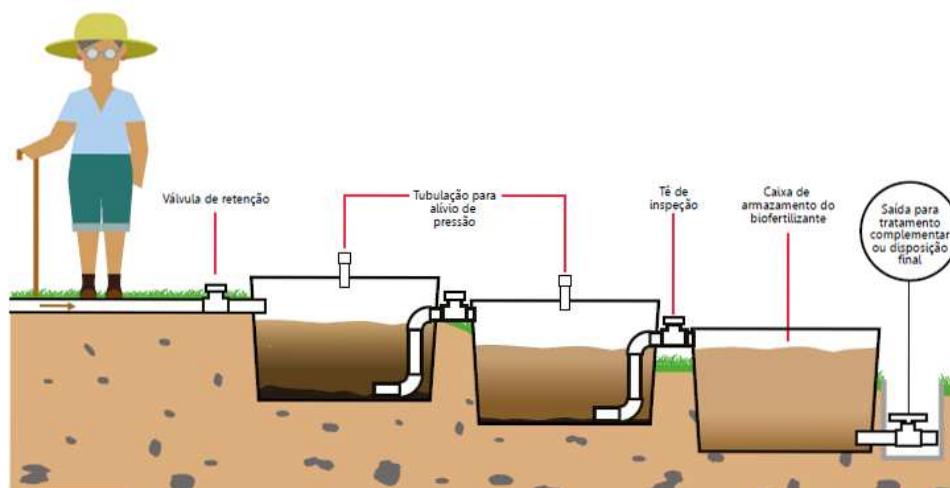


Figura 19 - Fossa séptica biodigestora. Fonte: Tonetti *et. al*, 2018.

O efluente da fossa séptica biodigestor, contudo, não deve ser utilizado para pulverização ou fertirrigação superficial, pois apesar da redução, ainda conta com a presença de patógenos (FUNASA, 2018). Segundo Costa e Guilhoto (2014), a reciclagem dos dejetos é uma das principais vantagens em relação à fossa convencional, além da vedação hermética que impede a entrada de águas pluviais e a proliferação de vetores de doenças. Porém, deve haver respiro nas duas primeiras caixas para que os gases produzidos na digestão anaeróbia sejam eliminados e, além disso, recomenda-se a pintura da tampa de preto para que a temperatura seja mantida (TONETTI *et. al*, 2018), devendo também ficar enterrada no solo (NOVAES *et. al.*, 2002).

Segundo Figueiredo (2019), a fossa biodigestora é o sistema mais difundido no Brasil, com pesquisas realizadas há mais de 15 anos, no entanto com monitoramentos para avaliação do efluente em períodos curtos. A partir de uma avaliação de oito meses da eficiência em uma área rural de Campinas (SP), a autora encontrou valores próximos a 60% de remoção de matéria orgânica e entre 60 e 80% de sólidos totais.

A Bacia de Evapotranspiração (BET), também chamada de Ecofossa, Fossa Verde, Fossa de Bananeira e Tanque de Evapotranspiração (Tevap) (FIGUEIREDO, 2019), é uma tecnologia desenvolvida para o tratamento de águas sanitárias (efluente proveniente do vaso sanitário). Segundo definição da Funasa (2018), a BET “consiste em uma câmara de recepção e digestão, filtro



anaeróbio e zona de raízes de fluxo subsuperficial, em um único sistema, montado em um tanque impermeabilizado”, como mostra a Figura 20.

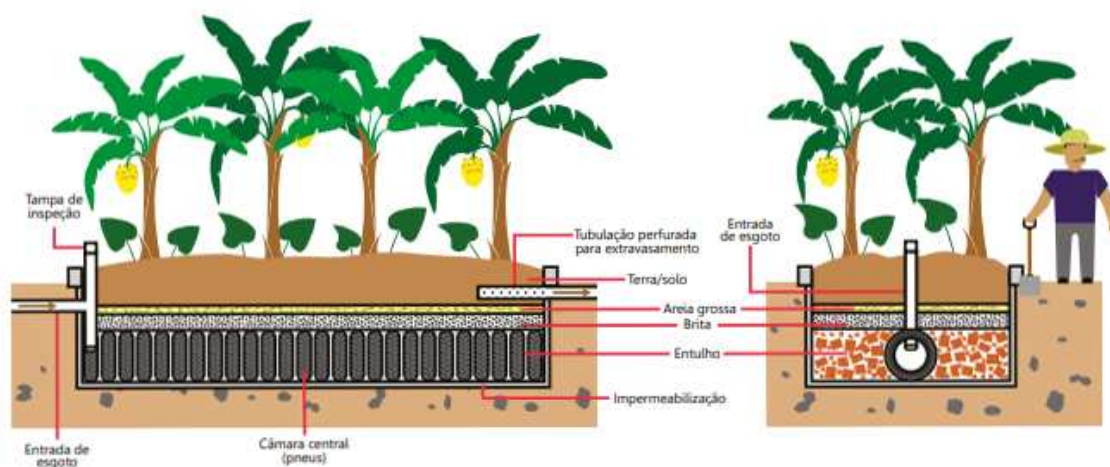


Figura 20 - Desenho esquemático da BET. Fonte: Tonetti *et al.*, 2018

Segundo Pamplona e Venturi (2004), um sistema semelhante à BET foi desenvolvido pelo permacultor estadunidense Jonh Watson e adaptado no Brasil com o uso de bananeiras por permacultores do estado de Santa Catarina e do Distrito Federal (GALBIATI, 2009). Foi reconhecida pela Fundação Banco do Brasil e pela Emater como uma tecnologia social para tratamento de efluentes (EMATER/FBB, 2016).

Outras tecnologias alternativas de tratamento de efluentes utilizadas também em algumas áreas rurais do país, como o vemifiltro, biossistema integrado, biodigestor, reator anaeróbio com casa de coco, entre outros, podem ser encontradas em Tonetti *et al.* (2018) ou Funasa (2018).

## 4 METODOLOGIA GERAL

Para alcançar o objetivo de propor a implantação de uma tecnologia descentralizada de tratamento de efluentes em uma comunidade tradicional ambientada em meio rural através de um processo participativo, a metodologia deste estudo foi dividida em três fases:

- Fase I: Diagnóstico do saneamento da região de estudo e escolha da comunidade;
- Fase II: Definição da tecnologia de tratamento de efluentes e das estratégias de implementação.
- Fase III: Construção da tecnologia e monitoramento.

A Fase I ocorreu entre os meses de julho e setembro de 2019, quando foi realizado um diagnóstico dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário de comunidades tradicionais localizadas na região rural insular do município de Paranaguá. Além disso, ainda nesta etapa, foi realizada a escolha de uma das comunidades para realizar a implantação de uma tecnologia a partir do resultado das visitas.

A Fase II, por sua vez, ocorreu entre setembro de 2019 e março de 2021. Esta etapa iniciou com a definição da tecnologia descentralizada para tratamento de efluentes mais adequada para a comunidade escolhida por meio de processo participativo. A partir da tecnologia definida, estabeleceram-se estratégias de implementação, a partir das quais estruturou-se, em parceria com a comunidade, uma iniciativa socioambiental que possibilitou o envolvimento da comunidade e da sociedade no processo de implantação.

Concomitantemente ao final da etapa anterior, foi iniciada a Fase III, em janeiro de 2020 e finalizando em março de 2021. Em janeiro, foi iniciado o processo de construção da tecnologia escolhida que integrou as etapas de dimensionamento, escolha e transporte de materiais e a construção em si. Após a construção, foi realizado o monitoramento da tecnologia implementada, verificando a aceitabilidade da comunidade e a adequação do sistema às condições ambientais da região. As três fases deste estudo têm suas metodologias detalhadas nos itens 5, 7 e 9 deste documento. Porém, antes de

iniciar tais etapas estabeleceu-se a área de abrangência inicial deste estudo que está detalhada a seguir.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo delimitada é o município de Paranaguá, mais especificamente as comunidades localizadas na região insular da zona rural do município. Paranaguá, um município com 156.174 habitantes (IBGE, 2020), possui uma série de peculiaridades do seu território: abriga o maior porto graneleiro da América Latina (APPA, 2015); está inserido dentro do maior remanescente contínuo de Mata Atlântica; é a primeira cidade fundada no Paraná com seu Centro Histórico tombado pelo IPHAN; apresenta uma grande diversidade cultural com comunidades tradicionais de pescadores artesanais e indígenas. Portanto, é uma área de grande relevância econômica, história, natural, cultural e turística. A Figura 21 mostra a localização do município de Paranaguá no território nacional e no Estado do Paraná:

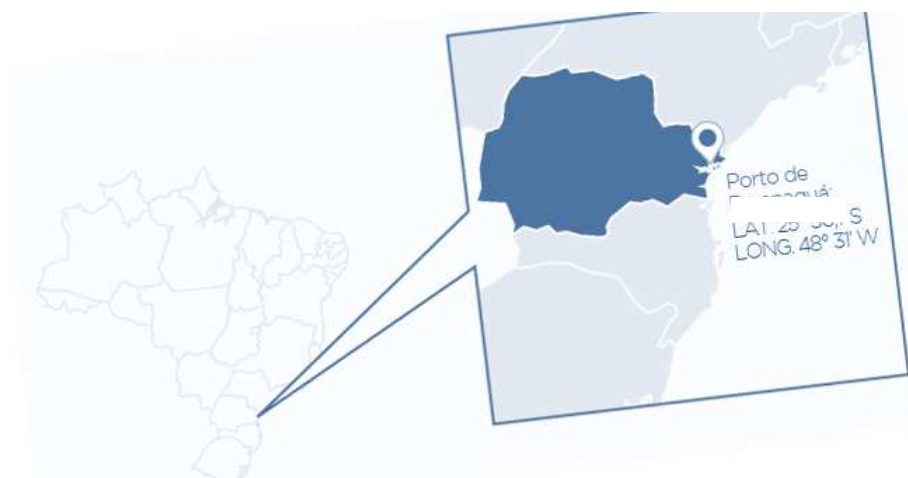


Figura 21 - Localização do município de Paranaguá no território nacional e no Estado do Paraná. Fonte: APPA, 2015.

O município possui cerca de 96% de seus moradores vivendo a área urbana e 4% na zona rural (IBGE, 2010). As comunidades rurais, de modo geral, apresentam menores índices de acesso aos serviços de saneamento básico, conforme apresentado no item 3.3. No município de Paranaguá, tais diferenças

são mostradas através dos dados do Censo de 2010 do IBGE apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Diferenças entre o acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário das populações urbana e rural do município de Paranaguá, segundo o censo de 2010 do IBGE.

Abastecimento de Água	Urbano	Rural
Rede	90,68%	68,02%
Poço ou outras formas	9,32%	31,98%
Esgotamento Sanitário	Urbano	Rural
Rede ou fossa séptica	82,97%	47,61%
Fossa Rudimentar ou outras formas	17,03%	52,39%

No entanto, ao inserir uma barreira geográfica, como é o caso de comunidades rurais insulares, o desafio de garantir o direito de acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário torna-se ainda maior. Desta forma, a região de estudo escolhida para este trabalho foi o complexo estuarino de Paranaguá que abriga diversas comunidades, como mostra a Figura 22.

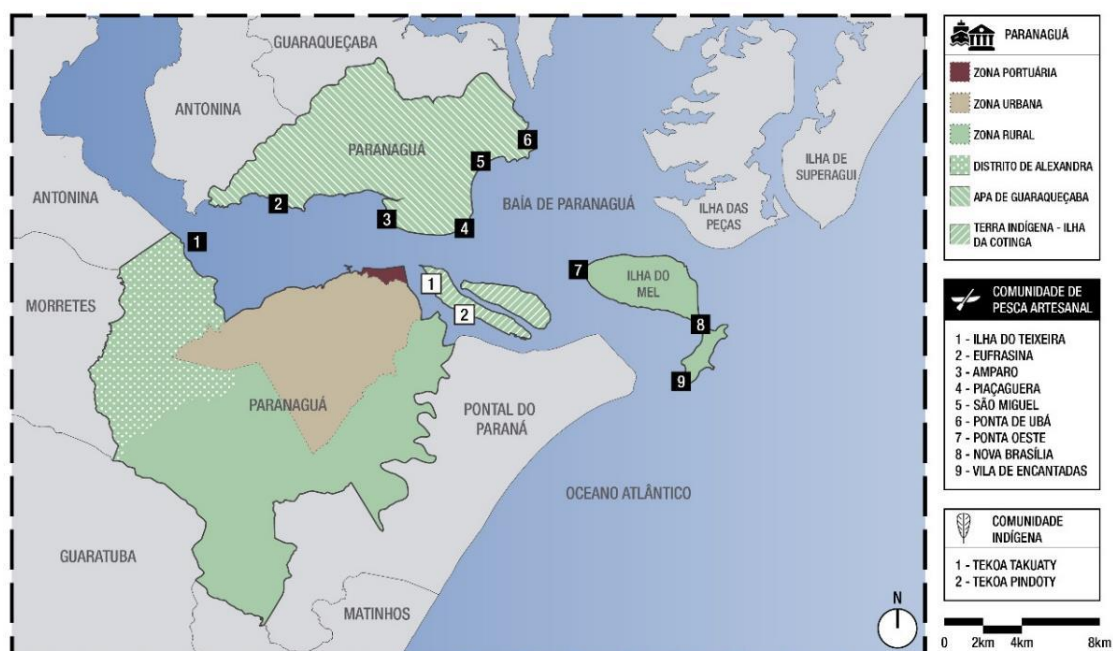


Figura 22 - Mapa da zona rural de Paranaguá e das comunidades insulares rurais do município. Fonte: IBGE 2010. Mapa produzido pela autora.

As comunidades desta região de estudo são insulares e estão inseridas nos setores censitários da zona rural do município de Paranaguá, mais especificamente no setor 8 dos setores censitários do IBGE. Esta área abrange a Área de Preservação Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, a TI Ilha da Cotinga e nove comunidades tradicionais.

## 5 METODOLOGIA FASE I: DIAGNÓSTICO E ESCOLHA DA COMUNIDADE

A Fase I, etapa inicial da pesquisa, foi desenvolvida entre julho e setembro de 2019 com objetivo de realizar visitas in loco nas comunidades para realizar um diagnóstico atualizado das condições sanitárias locais. Tal etapa se justifica devido às desatualizações das informações do censo de 2010 do IBGE e à falta de abrangência (e desatualização) do diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Paranaguá (PMSB) de 2011. A revisão do PMSB do município está em andamento, no entanto ainda não foi divulgado o novo diagnóstico dos serviços (PARANAGUÁ, 2020).

Não sendo possível a realização de visitas em todas as comunidades apresentadas na Figura 22, devido às limitações financeiras e temporais, o universo foi limitado a cinco comunidades, sendo o principal critério utilizado para esta triagem, a viabilidade de acesso. Como nenhuma das ilhas apresentadas na Figura 22 possui transporte regular (exceto a Ilha do Mel), a seleção dos locais para as visitas se deu pela facilidade de contato com moradores de Paranaguá que faziam o transporte em barcos particulares. Mas, também se considerou a distribuição geográfica das comunidades, priorizando comunidades que estivessem em diferentes pontos do complexo estuarino de Paranaguá, como mostra a Figura 23.

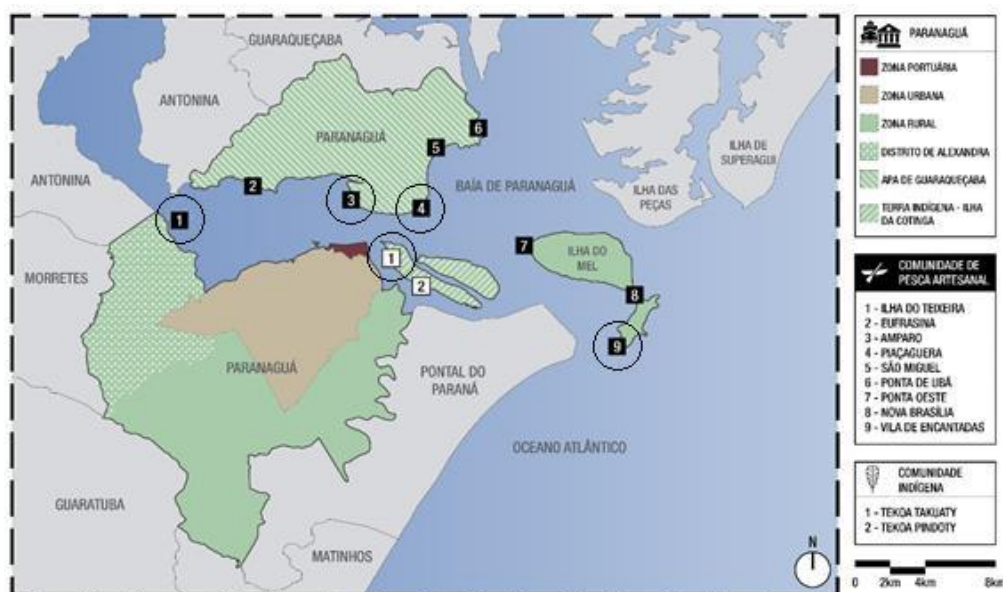


Figura 23 – Comunidades do Complexo Estuarino de Paranaguá selecionadas para a realização do diagnóstico sanitário in loco.



As localidades selecionadas foram Amparo (3) (Figura 24) e Piaçaguera (4) (Figura 25), comunidades tradicionais de pescadores artesanais pertencentes à APA de Guaraqueçaba; Vila de Encantadas (9) (Figura 26) da Ilha do Mel, uma comunidade de pescadores artesanais e muito sustentada pelo turismo; Ilha do Teixeira (1) (Figura 27), que compreende uma comunidade de pescadores artesanais do distrito de Alexandra, próximo à divisa com o município de Antonina; e aldeia indígena Tekoa Takuaty (1) (Figura 28), localizada na TI Ilha da Cotinga.



Figura 24 – Comunidade do Amparo. Foto: Arquivo Pessoal.



Figura 25 - Casas tradicionais da comunidade de Piaçaguera. Foto: Arquivo Pessoal.



Figura 26 - Vila de Encantadas. Foto: Viagens Cinematográficas.



Figura 27 - Vila da Ilha do Teixeira. Foto: Arquivo Pessoal.



Figura 28 - Plantação de milho e casa tradicional da aldeia Tekoa Takuaty. Foto: Projeto Origem.



## 5.1 DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES SELECIONADAS

As visitas nas cinco comunidades selecionadas ocorreram durante os meses de julho e agosto de 2019. O método escolhido para buscar um panorama atualizado do abastecimento de água e do esgotamento atual foi a aplicação de questionário a partir de entrevistas semiestruturadas. As entrevistas semiestruturadas são conduzidas pelo pesquisador a partir de um bloco de questões, no entanto se permite que o entrevistado tenha a liberdade de falar livremente sobre o tema (PÁDUA, 2004).

O bloco de perguntas foi composto de três questões relativas ao abastecimento de água, três sobre o esgotamento sanitário e uma relativa às instalações sanitárias (APÊNDICE 1) e tiveram como base o questionário básico do bloco de características do domicílio do último censo do IBGE (IBGE, 2016). As entrevistas foram realizadas porta a porta com um morador representante do domicílio e foram incluídos apenas os moradores fixos de cada comunidade, sendo excluídas do processo as residências de veranistas.

### 5.1.1 Cálculo amostral

Com a finalidade de se obter uma amostra representativa para o universo, ou seja, obter resultados que representem toda a comunidade estudada, foi realizado o cálculo amostral. Para o cálculo amostral, utilizou-se a Equação 7 (BOLFARINE; BUSSAB, 2005):

$$n = \frac{\frac{z^2 p (1 - p)}{e^2}}{1 + \frac{z^2 p (1 - p)}{N e^2}} \quad (7)$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

N = tamanho do universo (População total);

e = margem de erro (10%);

$z$  = score  $z$  (valor tabelado pelo nível de confiança);

$p$  = verdadeira probabilidade do evento (50%).

A equação utilizada depende do tipo de variável. Para variáveis qualitativas, como neste caso, utilizou-se o tamanho do universo, o erro amostral e o nível de confiança para encontrar o tamanho da amostra (BOLFARINE; BUSSAB, 2005). Para o cálculo do número de moradores, de cada comunidade, alcançados pelos questionários, determinou-se que a unidade amostral é o habitante. O tamanho do universo é número de moradores fixos, dados disponibilizados pela Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca (SEMAPA) de Paranaguá, responsável pela gestão das comunidades de pescadores artesanais. Determinou-se o nível de confiança de 95%, indicado para pesquisas de ciências da saúde e erro máximo de 10%. O valor  $p$  considerado foi de 50%, pois considerou a possibilidade de o morador responder “Sim” ou “Não” para cada item das perguntas. A Tabela 3 mostra o número de questionários realizados em cada uma das comunidades.

Tabela 3 - População total (N), número de questionários aplicados e número de pessoas alcançadas pelos questionários aplicados (n).

Comunidade	População Total (N)	nº de questionários	n
Amparo	450	25	93
Encantadas	700	29	90
Piaçaguera	145	24	79
Teixeira	122	19	67
*Tekoa Takuaty	*26	*1	*26

\*Não existem registros oficiais da população da Tekoa Takuaty, portanto o número de habitantes foi passado pela Cacique Juliana Kerexu no dia da entrevista. A entrevista foi realizada apenas com a Cacique que respondeu pela situação das cinco famílias que estavam no local (26 pessoas).

### 5.1.2 Coleta de dados nas comunidades

A coleta de dados se iniciou pela Vila de Encantadas, na Ilha do Mel, nos dias 14 e 15 de julho de 2019. O acesso foi realizado pelo terminal de embarque localizado no município de Pontal do Paraná (30 minutos). Foram aplicados 29 questionários que abrangeram 90 residentes da vila. A Vila de Encantadas é a

comunidade em que se concentra o maior número de habitantes nativos da ilha (TELLES; GÂNDARA, 2012) e fica dentro do Parque Estadual da Ilha do Mel.

A comunidade de Amparo localiza-se a norte do porto de Paranaguá, atravessando a baía. Embora esteja localizada dentro dos limites do município de Paranaguá, a comunidade está inserida na APA de Guaraqueçaba, unidade de conservação de uso sustentável. A visita na comunidade de Amparo foi realizada no dia 16 de julho de 2019. Como não existe transporte público, nem transporte privado regular, o acesso foi possível através do contato com a única pousada do local, que faz o transporte do trapiche do Rocio, em Paranaguá, até o trapiche da comunidade. A travessia foi feita no período da manhã, durando aproximadamente 15 minutos. A comunidade se organiza de forma linear, onde a maioria das casas está posicionada de frente para a baía de Paranaguá. Desta forma, as entrevistas começaram de uma ponta da comunidade até a outra ponta, batendo de porta em porta em todas as casas, com o intuito de contemplar o maior número de casas. Foram aplicados 25 questionários, abrangendo 93 moradores da comunidade.

Piaçaguera é uma comunidade de pescadores artesanais, separada por um rio a leste de Amparo, também se encontra na APA de Guaraqueçaba, sendo possível realizar a travessia a pé dependendo do nível da maré. Foi feito um contato com um pescador de Amparo para realizar a travessia via baía de Paranaguá em aproximadamente 10 minutos. A mesma estratégia de percorrer toda a comunidade foi utilizada em Piaçaguera, pois tinha a mesma configuração linear e, com isso, foi possível realizar 21 entrevistas, alcançando 79 moradores.

A visita em uma das aldeias da TI da Ilha da Cotinga ocorreu no dia 30 de julho, mas necessitou de um contato prévio com a Cacique para explicar a pesquisa e pedir a permissão de visitar a aldeia. A travessia desde o centro histórico de Paranaguá até a Ilha da Cotinga é de aproximadamente 20 minutos, porém para chegar diretamente até a Aldeia Tekoa Takuaty é necessário que haja a maré cheia. Como estava baixa pela manhã, o desembarque ocorreu na outra aldeia, Tekoa Pindoty, onde tem um trapiche, e por conta disso, foi feita uma trilha de aproximadamente 40 minutos até a casa da Cacique da Aldeia Tekoa Takuaty. Como a aldeia possui uma organização diferente das outras comunidades e a primeira língua dos indígenas é o guarani optou-se por realizar a entrevista apenas com a Cacique, pois a situação das cinco moradias é a

mesma. Desta forma, a entrevista com a Cacique abrangeu os 26 indígenas da aldeia.

Por fim, foi realizada a visita na ilha do Teixeira no dia 15 de agosto de 2019. O acesso se dá através do distrito de Alexandra, na comunidade rural do Rio das Pedras. A travessia também depende da maré cheia, portanto o tempo de visita limitou-se a este período de cheia da maré, de aproximadamente 4 horas. A comunidade não tem opção de estadia e o transporte se deu pelo contato com os próprios moradores. Seguindo a mesma estratégia das comunidades de Amparo e Piaçaguera, pela sua configuração linear, as entrevistas foram realizadas de porta a porta passando por toda a comunidade. Realizou-se 19 entrevistas, abrangendo 67 moradores.

## 5.2 ESCOLHA DA COMUNIDADE

A escolha da comunidade para a implantação de uma tecnologia descentralizada de tratamento de efluentes foi realizada a partir dos resultados da etapa anterior. Foi utilizado como um dos métodos de escolha o cálculo do déficit em esgotamento sanitário de cada uma das comunidades, conforme o esquema apresentado na Figura 29. A comunidade com maior déficit teve prioridade para a implantação, mas a escolha dependeu principalmente do interesse das lideranças de cada comunidade.

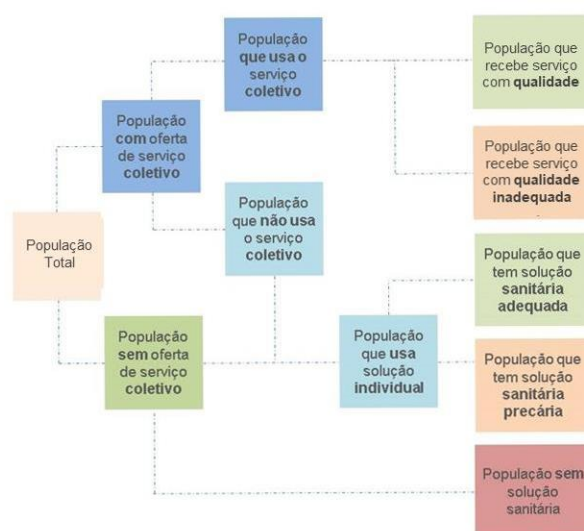


Figura 29 - Conceito de déficit esquematizado de saneamento básico adotado no Plansab.  
Fonte: Brasil, 2013.

Para a análise do déficit de cada caso, utilizou-se como critério a caracterização do Plansab para cada tipo de atendimento para os serviços de esgotamento sanitário apresentado no tópico 3.2.

Com o objetivo de fazer uma análise do uso da fossa séptica, utilizou-se a definição do Plansab, a qual entende-se por fossa séptica aquela “sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetada e construída”. Portanto, no contexto estudado, para os domicílios que utilizavam esta opção de tratamento, também foi analisado a quantidade de usuários em relação ao volume útil do sistema para avaliar o funcionamento da fossa. Para isso, serviram de base para a análise as metodologias de cálculo da NBR 7229 de 1993 que dispõe sobre as condições de projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Para o cálculo utilizou-se a Equação 8 (ABNT, 1993):

$$V = 1000 + N.(C.T + K.L_F) \quad (8)$$

Onde:

V = volume útil (L)

N = número de pessoas (-)

C = contribuição de despejos (L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>)

T = período de detenção, em dias (valor tabelado)

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (valor tabelado)

L<sub>f</sub> = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (valor tabelado)

Para o cálculo de V, foram considerados valores de C e L<sub>f</sub> para uma residência de baixo padrão, o valor de K foi considerado para um intervalo de limpeza de 5 anos com valores de temperatura média acima de 20°C. Para V > 2000 L (volume útil aproximado observado das fossas das comunidades), considerou-se como “solução precária”. Além disso, foi realizado um cruzamento de dados entre as informações dos domicílios cujo terreno alaga no local onde a fossa está instalada, categorizando também como “solução precária”.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE I

As metodologias das fases seguintes são dependentes dos resultados da Fase I. Desta forma, os primeiros resultados serão apresentados nesta sessão.

### 6.1 PANORAMA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES SELECIONADAS

O acesso à água potável e ao esgotamento sanitário tem grande importância para garantir a qualidade de vida das populações tradicionais do litoral do Paraná. No entanto, muitas destas populações estão localizadas em regiões insulares, onde a dificuldade imposta por barreiras geográficas pode ser um impedimento para a garantia desse direito humano essencial. Quanto ao abastecimento de água, a Figura 30 apresenta as diferentes formas de acesso à água potável dos moradores das comunidades tradicionais visitadas.

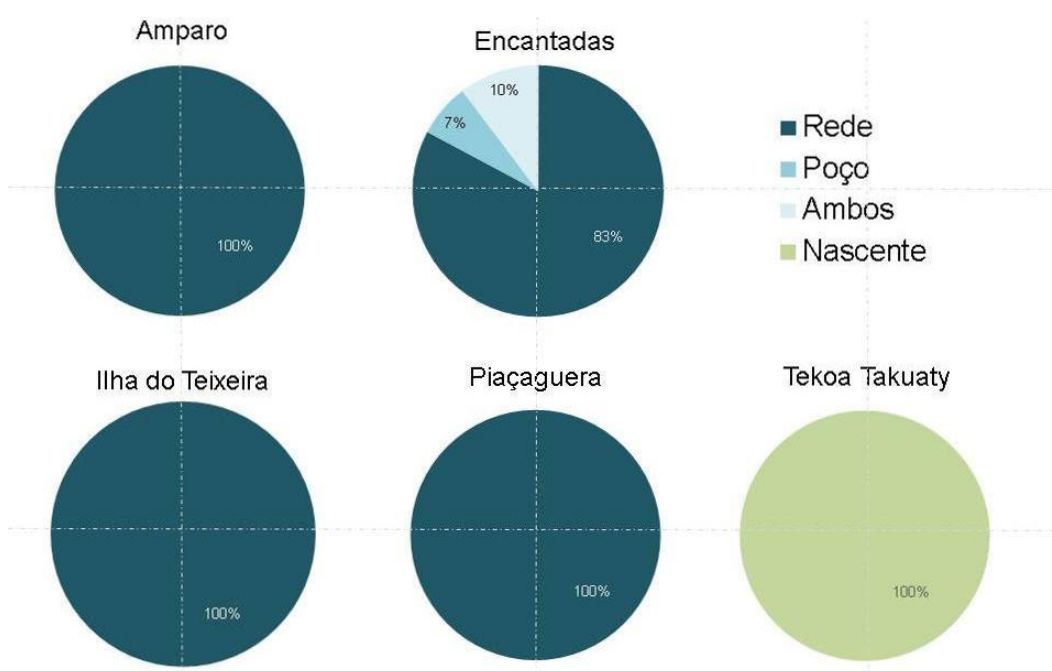


Figura 30 - Formas de abastecimento de água nas comunidades de Amparo, Vila de Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty. Resultado das entrevistas realizadas em julho e agosto de 2019.

Observou-se que em todos os domicílios visitados havia canalização interna da água, exceto nas cinco residências da aldeia indígena Tekoa Takuaty, cuja canalização e todos os pontos de água se encontravam na parte externa das moradias. Da mesma forma, ao conversar com as lideranças e moradores, descobriu-se que em todas as comunidades, existe algum tipo de tratamento da água, com exceção da aldeia indígena Tekoa Takuaty.

Na Vila de Encantadas, única das comunidades que possui uma ETA, encontrou-se que 93% dos entrevistados são abastecidos pela água proveniente da estação, valor próximo daquele descrito no PMSB de Paranaguá, em que 90% da população de Encantadas tem acesso à rede de abastecimento de água (PARANAGUÁ, 2011). Ao questionar os moradores sobre a qualidade da água da rede de abastecimento, 80% dos entrevistados consideraram a qualidade da água boa. Segundo o PMSB de Paranaguá, a captação da água bruta é feita em dois mananciais superficiais e um subterrâneo, localizados dentro da ilha, e o tratamento passa pelas etapas de floculação, decantação, filtração, desinfecção por hipoclorito de sódio e fluoretação (PARANAGUÁ, 2011). Segundo o relatório anual de 2019 da Paranaguá Saneamento, empresa concessionária dos serviços de abastecimento de água no município, as amostras analisadas ao longo do ano estavam dentro dos padrões de potabilidade de água, definidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria nº 5 de 2017. Daqueles que utilizam a água do poço, 10% também tinham acesso à água da rede e utilizavam a água de poço para fins secundários, porém para os outros 7% era a única forma de abastecimento. Sendo que destes, metade considera a água de boa qualidade - utilizando filtro e cloro na própria propriedade - e a outra metade não considera a água boa.

Nas comunidades de Amparo e Piaçaguera, todos os entrevistados tinham água canalizada em suas residências, provenientes do microssistema de abastecimento utilizado na região. O mesmo resultado foi encontrado por Carmo (2018) em pesquisa na comunidade de Amparo. Segundo o PMSB de Paranaguá, a captação da água bruta é superficial, feita em uma barragem no Rio Timerim, localizado 4 km a jusante de Amparo e 6 km de Piaçaguera. A adução da água bruta é feita por gravidade e a água fica armazenada em dois reservatórios de abastecimento, um com capacidade de 50 m<sup>3</sup> e outro com capacidade de 10 m<sup>3</sup> (CARMO, 2018; PARANAGUÁ, 2011). Quanto à opinião

dos moradores em relação à qualidade da água consumida, 76% dos entrevistados de Amparo e 92% de Piaçaguera consideram a água boa. O tratamento, por sua vez, restringe-se à desinfecção por hipoclorito de sódio feito entre a captação e o reservatório (CARMO, 2018; PARANAGUÁ, 2011). Uma pesquisa realizada por Carmo (2018) apontou que, ao analisar amostras de água coletadas na rede de distribuição, a água distribuída na comunidade de Amparo e, conseqüentemente para Piaçaguera, está dentro dos padrões de potabilidade.

Na Ilha do Teixeira, por sua vez, todos os moradores responderam que a água que chega às suas casas vem da rede. A captação de água é feita em um poço artesiano de 1,6m de profundidade localizado dentro de área de preservação a um 1 km de distância da comunidade. Sendo a captação subterrânea, o funcionamento do sistema é dependente de energia elétrica e a adução da água bruta é feita por meio de conjunto motor-bomba que recalca a água até os reservatórios existentes, cada um com 15 m<sup>3</sup>. Durante as entrevistas, 95% dos moradores afirmaram que a qualidade da água era boa e, da mesma forma, o tratamento também se restringe apenas à desinfecção por hipoclorito de sódio feito entre a captação e o reservatório (PARANAGUÁ, 2011). No entanto, não se encontrou nenhum estudo ou relatório de análises da qualidade da água na Ilha do Teixeira, tampouco informações oficiais sobre o sistema de abastecimento, além do PMSB de 2011.

Na aldeia Tekoa Takuaty, a captação de água é feita em uma nascente localizada a poucos metros do núcleo da aldeia em uma área bem preservada da TI Ilha da Cotinga. A água bruta segue até um reservatório semienterrado, construído pela FUNASA, e é distribuída por gravidade para as duas aldeias da TI, por meio de encanamentos instalados pelos próprios indígenas. Segundo a Cacique da aldeia, os moradores consideram a água boa, no entanto não há nenhum tipo de tratamento antes do consumo. Foram observadas algumas dificuldades para encontrar informações oficiais sobre o saneamento da aldeia, pois, como a União é titular dos serviços de saneamento das terras indígenas, não havia informações da TI Ilha da Cotinga no PMSB.

Conforme visto no tópico 3.2, o abastecimento de água é considerado adequado quando há “o fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências” (BRASIL, 2013). Desta forma, buscou-se saber se há falta



de água em cada uma das comunidades visitadas. Em todas elas, os entrevistados falaram que já houve faltas pontuais, mas sem intermitências frequentes. Na Vila de Encantadas, foi mencionado sobre a falta de água no verão, sobretudo nos dias próximos à festa de ano novo, devido à grande quantidade de veranistas. Nas comunidades de Amparo e Piaçaguera, segundo os entrevistados, a falta de água acontece principalmente quando o sistema está em manutenção ou em dias de chuva muito intensa que faz o encanamento entupir. Enquanto na Ilha do Teixeira, devido ao fato de a captação ser subterrânea, quando há queda de energia, o abastecimento de água é interrompido.

Neste sentido, pode-se sugerir que a situação do abastecimento de água nas comunidades visitadas é adequada, porém, para trabalhos futuros, é interessante que sejam feitas análises de qualidade da água, sobretudo na Ilha do Teixeira e na Tekoa Takuaty onde nunca foram realizadas, para confirmar a potabilidade da água consumida nos domicílios.

Além disso, observa-se que a captação das comunidades que não possuem ETA é em área com vegetação preservada e distante do núcleo da comunidade, o que contribui para a boa qualidade da água. Desta forma, é importante que o crescimento da comunidade siga de forma que não prejudique a qualidade da água e que sejam requeridos planos de manejo (ou suas revisões, como é o caso do plano já antigo da APA de Guaraqueçaba) para que as possíveis expansões sejam ordenadas, considerando a manutenção da qualidade da água.

## 6.2 PANORAMA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS COMUNIDADES DE PARANAGUÁ

O número suficiente de instalações sanitárias, localizadas dentro ou nas imediações dos domicílios, e a destinação adequada dos dejetos são parte dos princípios normativos dos Direitos Humanos à Água e ao Esgotamento Sanitário (FUNASA, 2019). Desta forma, além de realizar o panorama da situação do esgotamento sanitário nas cinco comunidades, durante as entrevistas foi verificado se havia ao menos um banheiro por domicílio e onde estava

localizado, se dentro ou nas imediações da residência, e se havia instalações hidrossanitárias, ou seja, presença de vaso sanitário com descarga (Tabela 4).

Tabela 4 – Instalações sanitárias nas comunidades de Amparo, Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty

Comunidade	Presença de pelo menos um banheiro por domicílio	Uso de instalações hidrossanitárias	Dentro do domicílio
Amparo	100%	100%	92%
Encantadas	100%	100%	93%
Ilha do Teixeira	100%	100%	100%
Piaçaguera	100%	100%	96%
Tekoa Takuaty	20%	100%	0%

Nas comunidades de Amparo, Encantadas, Ilha do Teixeira e Piaçaguera havia ao menos um banheiro em cada um dos domicílios visitados. Por outro lado, na aldeia indígena Tekoa Takuaty havia apenas um banheiro externo para os cinco domicílios e como estava próximo a apenas um deles, considerou-se que apenas 20% da comunidade possuía instalação sanitária. Este valor é próximo àqueles encontrados por Penna e Heller (2008), Brandelli e colaboradores (2012) e Assis e colaboradores (2013), em aldeias de etnias Xakriabá (MG), Mbyá-Guarani (RS), Maxakali (MG), onde estes valores foram de 23%, 25% e 25% respectivamente. Em todas as comunidades utiliza-se de instalações hidrossanitárias, ou seja, com a presença de vaso sanitário com água para a descarga, e a maioria dos banheiros se encontrava dentro das residências.

Quanto à situação do esgotamento sanitário, foi observado já no momento das entrevistas que havia uma carência quanto a este recurso. Foi comum escutar de moradores de todas as comunidades afirmações como: "hoje em dia água não é mais problema, o problema é o esgoto" - dita por uma moradora de Amparo. Além disso, foram observadas valas a céu aberto, possivelmente com efluente sem tratamento por conta dos aspectos de odor e visuais, nas comunidades de Amparo, Encantadas e Piaçaguera.

A Figura 31 apresenta as formas de afastamento dos efluentes sanitários utilizadas nos domicílios das comunidades tradicionais visitadas nos meses de julho e agosto de 2019.

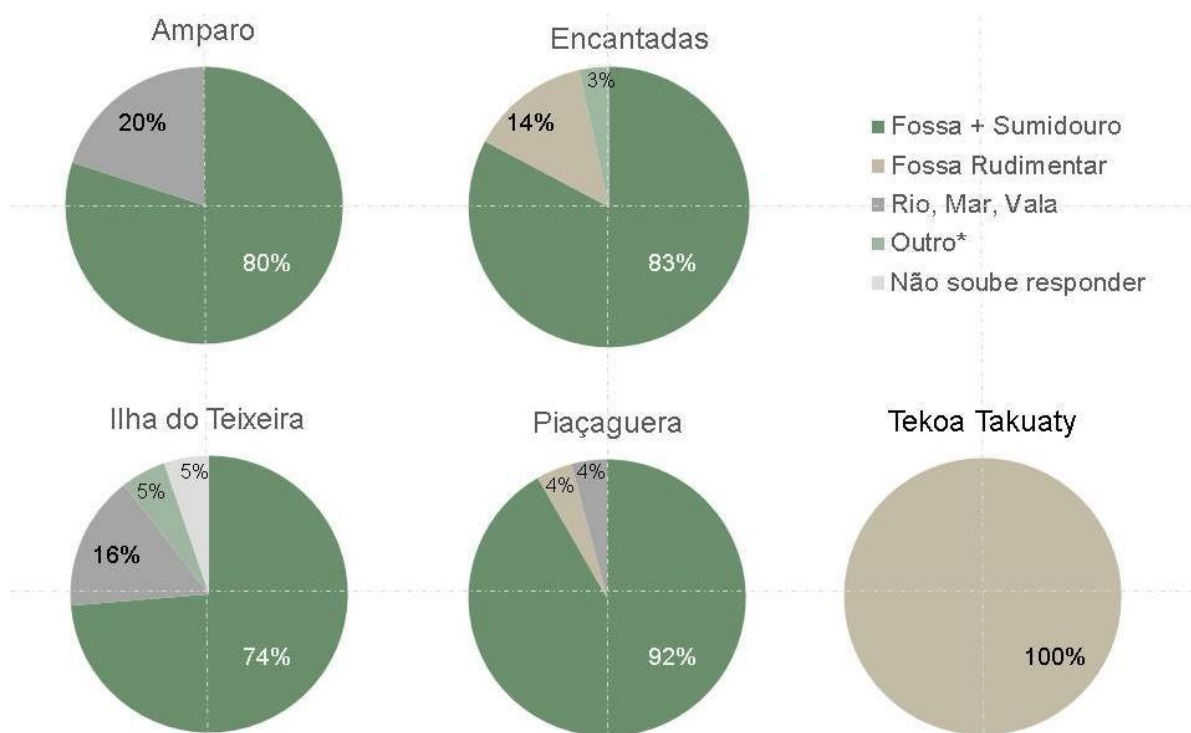


Figura 31 - Formas de afastamento de efluentes sanitários nas comunidades de Amparo, Vila de Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e na Aldeia Indígena Tekoa Takuaty. Resultado das entrevistas realizadas em julho e agosto de 2019.

Na maioria das comunidades, a solução mais utilizada é a fossa séptica seguida de sumidouro, sem nenhum pós-tratamento. Como observado no item 3.3.4.1, a fossa possui uma eficiência aproximada de 30 a 40% e a limpeza deve ser realizada periodicamente. A manutenção das fossas é importante para o seu funcionamento adequado, no entanto, pelo fato de todos os domicílios entrevistados estarem localizados em ilhas, onde não é possível a chegada de caminhões limpa fossa, a maioria das pessoas afirmou que não é realizada a retirada periódica do lodo e aqueles que fazem retiram manualmente sem a utilização de equipamentos de proteção adequados.

Além disso, por conta a alta pluviosidade em alguns períodos do ano, principalmente no verão, é comum que ocorra o transbordamento do efluente acumulado nas fossas, contribuindo com a ineficácia do tratamento e contaminação do ambiente (PDS Litoral, 2019).

Na comunidade de Amparo, localizada na APA de Guaraqueçaba, 80% dos moradores utilizam a fossa séptica acompanhada de um sumidouro e 20% descartam seus efluentes diretamente no ambiente (mar ou vala). Porém, 35%

daqueles que utilizam a fossa, responderam na entrevista que ocorre alagamento no terreno quando chove. No PMSB de 2011, foi realizada uma plenária na comunidade na qual foi requisitada pelos moradores a coleta e tratamento de esgoto (PARANAGUÁ, 2011).

Uma situação melhor foi encontrada na comunidade de Piaçaguera, também pertencente à APA de Guaraqueçaba, onde 92% dos moradores utilizam a fossa séptica acompanhada de sumidouro, 4% utilizam a fossa rudimentar e 4% descartam o efluente no mar. No entanto, da mesma forma nenhuma das fossas tinha pós-tratamento e, além disso, 13% dos moradores que possuem fossa responderam que seus terrenos alagam quando chove.

Na comunidade da Ilha do Teixeira, 74% dos moradores utilizam fossa séptica acompanhada de sumidouro, sendo que destes moradores 21% têm seus terrenos alagados quando chove. Uma das residências utiliza o sistema fossa-filtro e sumidouro (este valor representa uma residência), representando 5% do total de moradores, 16% descartam o efluente no diretamente no ambiente e 5% não souberam responder.

Foi observada uma semelhança nestas três comunidades de pescadores artesanais quanto às questões de esgotamento sanitário. A fossa seguida de sumidouro é a solução mais utilizada e, para os moradores, a fossa é suficiente. No PMSB não foi realizado um diagnóstico do esgotamento das comunidades insulares do município, apenas foi indicado no documento que “o ideal é instalação de um sistema fossa-filtro projetado e executado conforme as normas técnicas”, o que foi observado apenas em uma residência das três comunidades. Além disso, no PMSB do município não foi abordada a presença de comunidades indígenas, contudo, apesar de o município não ser responsável pelos serviços de saneamento, segundo a Lei nº 11.445/07, deve-se abranger todo território do município, incluindo comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais (FUNASA e ASSEMAE, 2014).

Embora não estivesse no questionário, durante as entrevistas foi abordado o assunto sobre o lodo gerado nas fossas e as frequências de limpeza, apenas um morador respondeu que faz a limpeza manualmente, mas a maioria dos moradores respondeu que não faz a limpeza e outros comentaram que não é necessário, pois a “fossa seca”. Este último caso ocorre, provavelmente porque

a fossa não está impermeabilizada, tornando-a ineficiente, pois sua função passa a ser apenas de sumidouro.

Outro ponto que também foi observado ao longo das visitas dessas três comunidades era a destinação direta das águas cinza no ambiente. Alguns comentaram que a água cinza é direcionada diretamente ao ambiente e outros mostraram as valas próximas a máquinas de lavar roupa. Como o questionário do IBGE não aborda esta divisão dos tipos de efluente, não foi inserido este tema na pesquisa, mas ao longo das visitas percebeu-se a importância deste questionamento, pois aparentemente este tipo de efluente não é direcionado para a fossa em muitas das residências. No entanto, foi questionado sobre a presença de caixas de gordura para o pré-tratamento do efluente da cozinha. Nas três comunidades quase nenhuma das residências possuíam o equipamento, apenas 1, 6 e 4% dos moradores de Amparo, Piaçaguera e Ilha do Teixeira, respectivamente.

Uma causa muito comum de morte por diarreia é a ausência de saneamento básico (ONU, 2019). Desta forma, ao questionar os moradores se alguém da residência teve sintomas de diarreia intensa nos últimos tempos, nas três comunidades, a maioria respondeu que não (68% em Amparo, 88% Piaçaguera e 68% na Ilha do Teixeira). Daqueles que responderam que sim, a grande maioria disse que normalmente são sintomas comuns nas crianças. Quando abordado este assunto, houve constantes reclamações dos entrevistados quanto à ausência de assistência médica nas ilhas, pois apenas Amparo tem um posto de saúde que, segundo os moradores, tem médico ou enfermeiro apenas uma vez ao mês.

Os resultados da Vila de Encantadas mostram que 83% dos moradores utilizam fossas seguidas de sumidouro, 14% utilizam fossas rudimentares e 3% (uma residência) utiliza uma ETE própria. Em Encantadas, diferente das outras comunidades, a maioria dos entrevistados relatou ter tido diarreias intensas nos últimos tempos (55%) e enfatizavam sempre “as viroses” comuns ocorridas no verão. Neste ponto, cabe destacar que o verão é um período de grande aumento populacional e altas taxas pluviométricas, o que contribui para o extravasamento das fossas existentes. O PDS Litoral (2020) realizou uma Reunião Comunitária na Vila de Encantadas, em que os moradores reivindicaram melhorias no saneamento e afirmam que a ilha tem um lençol freático alto e nunca foi realizada

uma limpeza das fossas sépticas, o que poder deixa o subsolo altamente contaminado.

Esta foi a comunidade onde os moradores mais criticaram a situação do esgotamento sanitário, pois existem projetos antigos para a melhoria do saneamento da ilha que, segundo eles, não saem do papel. Fato também apontado por Telles e Gandara (2011) que afirmam que “há críticas severas (por parte da população) aos órgãos ambientais e administrativos da Ilha do Mel, em relação ao problema do esgoto”. Foi divulgado, no ano 2016, no site do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), atual Instituto Água e Terra (IAT), uma nota sobre a discussão do licenciamento de um emissário submarino que seria instalado na Ilha do Mel (IAP, 2016). Porém, no dia 17 de julho de 2020 houve uma audiência pública mediada pela Secretária de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo e pelo IAT, por conta da alteração da Lei de Uso e Ocupação do Solo na Ilha do Mel (Lei nº 16.037/ 2009), em que foi mencionada que a questão da solução para o esgotamento sanitário ainda será discutida (SEDEST/IAT, 2020).

No entanto, as comunidades da Ilha do Mel, incluindo a Vila de Encantadas, estão presentes em um setor censitário de código 8 do IBGE, no qual o PNSR indica soluções individuais locais que devem entrar na discussão, pois não envolve investimentos tão altos quanto às obras de grande porte. Rodrigues Júnior (2012) propôs a implantação de uma solução para o tratamento das águas sanitárias de uma pousada na Vila de Encantadas por zona de raízes como etapa de pós-tratamento da fossa séptica e de águas cinza por círculo de bananeiras. O autor conclui que o sistema tem custo-benefício em longo prazo. Esta possibilidade, como outras apresentadas no tópico Tecnologias podem ser discutidas pelos órgãos públicos para serem implementadas na Ilha do Mel, visto que muitas delas, além do aspecto econômico e ambiental, têm um caráter paisagístico interessante para a comunidade que tem grande potencial turístico.

A visita realizada na aldeia indígena Tekoa Takuaty com entrevista feita com a Cacique Juliana Kerexu mostrou que a aldeia não possui solução de tratamento para o único banheiro ali presente. As águas cinza da aldeia são direcionadas diretamente ao ambiente e as águas sanitárias a uma fossa rudimentar. A questão sobre a caixa de gordura não se aplicou à realidade da aldeia, pois a louça é lavada em torneiras nas partes externas das casas, sem cubas e encanamento. Na casa da Cacique, próximo à torneira, já se tem

plantadas algumas bananeiras que, possivelmente, estão fazendo parte do trabalho de purificação do solo, semelhante a um círculo de bananeiras.

Quanto aos sintomas de diarreia, a Cacique disse que até o momento ninguém da aldeia havia reclamado de sintomas deste tipo. No entanto, no momento da entrevista, a comunidade não tinha assistência à saúde da Saúde Indígena, nem Agente de Saúde dentro da aldeia.

O diagnóstico dos aspectos socio territoriais realizado no âmbito do PDS Litoral revela que a situação das aldeias guaranis do litoral do Paraná quanto ao esgotamento sanitário é semelhante àquela observada na Tekoa Takuaty. O documento mostra que o efluente da maioria das aldeias é direcionado a fossas rudimentares e, em algumas, os indígenas utilizam a mata para realizar suas necessidades. Além disso, o último relatório de gestão do exercício publicado pela SESAI mostrou que houve investimento ou obra de esgotamento sanitário em apenas uma aldeia do DSEI Litoral Sul (DSEI responsável pelas aldeias do litoral do Rio Grande do Sul até São Paulo), localizada no estado do São Paulo (SESAI, 2017).

### 6.3 ESCOLHA DA COMUNIDADE

Como observado nos resultados acima, a situação do abastecimento de água pode ser considerada satisfatória nas comunidades visitadas, com poucas reclamações dos moradores quanto a este serviço. Por outro lado, ainda existe muito que melhorar no acesso de esgotamento sanitário das comunidades e percebe-se este descontentamento da população. Portanto, foi realizado o cálculo do déficit em esgotamento sanitário, pois é relativo a este serviço que foi realizada uma proposta de implantação. A Figura 32 mostra o déficit de cada uma das comunidades visitadas.

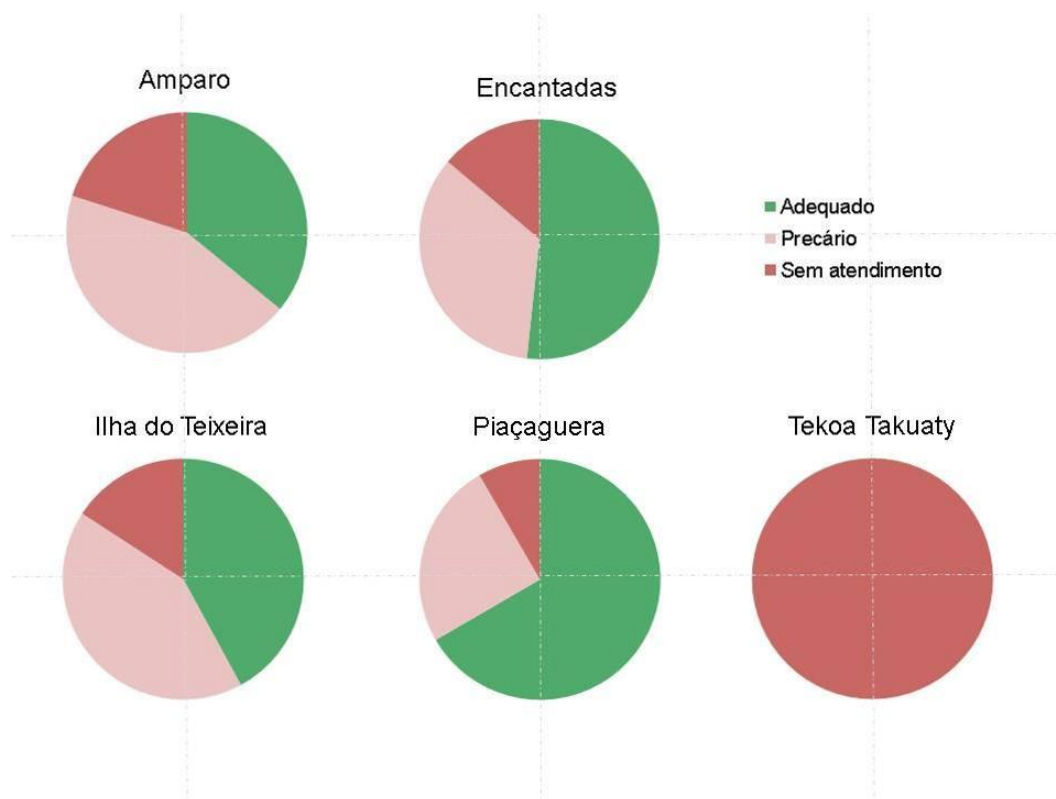


Figura 32 - Déficit em esgotamento sanitário nas comunidades de Amparo, Encantadas, Ilha do Teixeira, Piaçaguera e Tekoa Takuaty calculado a partir da metodologia do Plansab.

O déficit em saneamento das comunidades foi de 48% na Vila de Encantadas, 64% em Amparo, 58% na Ilha do Teixeira, 33% em Piaçaguera e 100% na Tekoa Takuaty. Tais valores integraram as opções de afastamento não consideradas como tratamento de efluentes pelo Plansab, como o despejo direto em rios, valas ou mar e as fossas rudimentares. Além disso, observou-se que aproximadamente um terço dos terrenos visitados na comunidade de Amparo, Ilha do Teixeira e em Encantadas sofriam alagamentos nos períodos de chuva, o que expressou em percentuais significativos de atendimento precário nestas comunidades.

Em Piaçaguera, a parcela de terrenos que alagam foi menor (13%), no entanto, assim como na Ilha do Teixeira e Amparo, observou-se que as fossas possivelmente não são suficientes para o número de moradores das casas, pois há residências que o número de moradores chega a 7 pessoas na Ilha do Teixeira, 12 em Amparo e 6 em Piaçaguera e pelo que foi observado, a maioria das casas utilizam fossas pré-moldadas de concreto cujo volume útil médio é aproximadamente entre 2 e 2,5 m<sup>3</sup>. Não foi conferido o volume exato de cada



fossa, para o cálculo considerou-se que aquelas com  $V_{util} > 2,5 \text{ m}^3$  se categorizariam como “atendimento precário”. Para o objetivo deste estudo esta aproximação é suficiente, mas recomenda-se que se for necessário um estudo mais detalhado do déficit, que seja feito uma coleta de dados com mais detalhamento.

A aldeia guarani Tekoa Takuaty foi o local de maior déficit em esgotamento sanitário, pois o único banheiro existente ligava-se a uma fossa rudimentar utilizada por 26 usuários ao dia. Portanto, seguindo o primeiro critério de escolha (maior déficit) a aldeia foi prioridade entre as comunidades. Porém, o principal critério era o interesse da comunidade. Desta forma, ao conversar com a Cacique quanto realizar alguma melhoria em esgotamento sanitário na aldeia, seu interesse foi instantâneo, pois era uma demanda urgente do local. Com isso, a Tekoa Takuaty foi a comunidade escolhida.

É importante ressaltar que, no momento das visitas, o Presidente da Associação de Moradores da Ilha do Teixeira e alguns moradores de Amparo se mostraram também muito interessados em realizar algum projeto neste sentido. Infelizmente não foi possível contemplá-los dentro desta pesquisa, mas seus contatos foram guardados, pois podem ser oportunidades de futuros projetos de pesquisas ou extensão em saneamento ambiental.

## 7 METODOLOGIA FASE II: DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO

### 7.1 COMUNIDADE ESCOLHIDA

A comunidade escolhida para a implementação de uma tecnologia descentralizada para o tratamento de efluentes foi a aldeia indígena guarani Tekoa Takuaty, uma das aldeias pertencentes à TI Ilha da Cotinga.

Os Mbyá-Guaranis chegaram à Ilha da Cotinga em 1970, vindos de áreas indígenas de Santa Catarina, no entanto só foi comunicado à FUNAI no ano de 1984 (ANDRADE, 2013). A demarcação da Ilha da Cotinga, terra tradicionalmente ocupada pelos indígenas, foi oficialmente homologada em 16 de maio de 1994 e é composta por duas ilhas, a Ilha da Cotinga e Ilha Rasa da Cotinga (BRASIL, 1994). Atualmente é habitada por famílias Mbyá-Guaranis, dividida entre duas aldeias: Tekoa Takuaty e a Pindoty (PARANAGUÁ, 2020). A Figura 33 mostra a localização das duas aldeias, o perímetro da TI demarcada, bem como a comunidade de pescadores artesanais que também vivem na ilha.

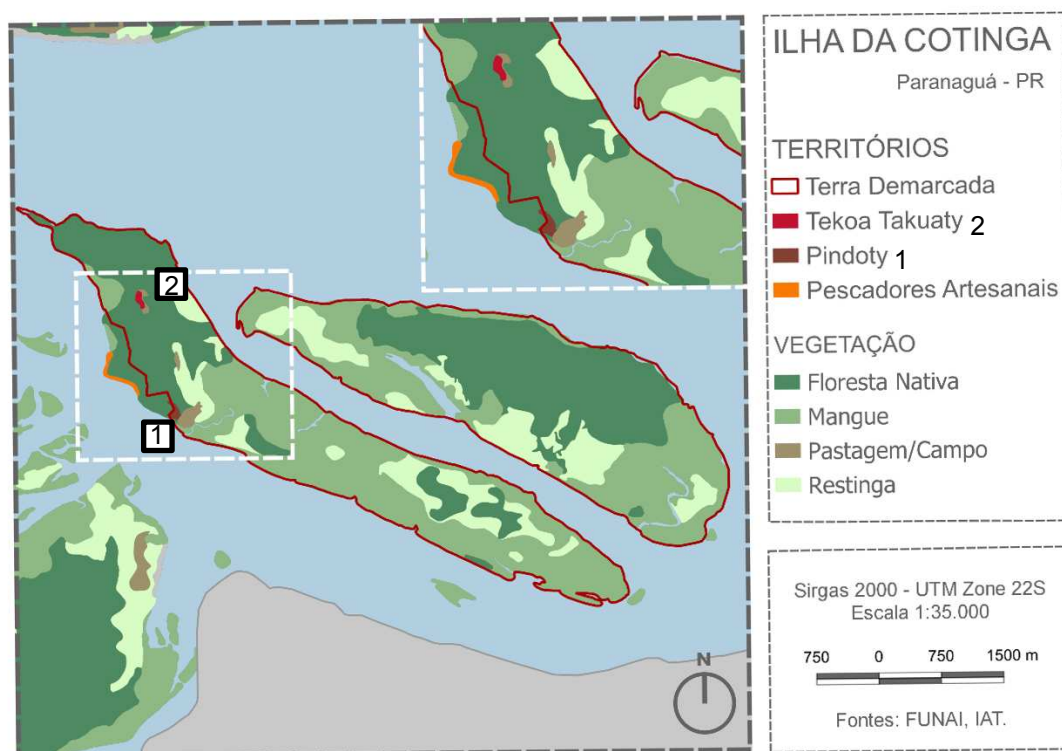


Figura 33 - Mapa da Terra Indígena da Ilha da Cotinga. Fonte: FUNAI; IAT. Mapa produzido pela autora.

A Ilha da Cotinga está localizada no encontro do rio Itiberê com a baía de Paranaguá (25°30'40"S, 48°28'28"O), próxima ao Porto de Paranaguá. Segundo Caneparo e colaboradores (1998), a ilha possui áreas de mangue, restinga, floresta de encosta e planície (todas com partes preservada e partes degradadas por ação antrópica) e áreas significativamente antropizadas (ANDRADE, 2013). As populações indígenas que vivem ali sobrevivem da pesca, da caça, da coleta e da agricultura, no entanto atualmente tem como fonte de renda principal a venda de artesanato nas cidades (PEREIRA, 2019).

## 7.2 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO

A definição da tecnologia foi realizada na segunda visita à aldeia Tekoa Takuaty. Foi apresentado à Cacique imagens do CataloSan da Funasa (2018) e do livro Tratamento de Esgotos Domésticos em Comunidades Isoladas, desenvolvidos por Tonetti e colaboradores (2018). Tais documentos apresentam ilustrações das diferentes opções de tratamento de efluentes em áreas rurais e explicam de forma acessível como é feita a construção e manutenção de cada sistema (FUNASA, 2018).

Para iniciar o processo de decisão, tomou-se como base o fluxograma de Tonetti e colaboradores (2018), apresentado no ANEXO 1, cujas determinantes para a definição da tecnologia são a disponibilidade hídrica, a separação entre águas cinza e águas de vaso sanitário e o interesse de reutilização do efluente. No entanto, além dos desafios ambientais e estruturais apresentados no fluxograma, o desafio cultural na implantação da tecnologia é um importante fator a ser considerado, pois o funcionamento depende da aceitabilidade e da apropriação da tecnologia pela comunidade.

Considerando as comunidades indígenas, as quais possuem diferentes práticas sanitárias, como discutiu Silva (2018), é fundamental que haja participação comunitária ativa no processo. Desta maneira, a decisão final para a escolha da tecnologia de tratamento de efluentes foi da Cacique Juliana Kerexu e, conseqüentemente, da aldeia como um todo.

Foi realizado um processo de aproximação com a comunidade a partir de visitas frequentes e contato constante com as lideranças (Cacique e Vice Cacique). Foram realizadas 6 visitas antes da construção, entre os meses de

julho e janeiro, que tinham como objetivos a observação, sensibilização, planejamento com envolvimento participativo e fortalecimento da comunidade. E, com isso, a estratégia definida para a implementação da tecnologia descentralizada de forma participativa (fortalecendo, também, a comunidade) foi a idealização de um projeto com bases no empreendedorismo de impacto socioambiental.

### 7.2.1 EMPREENDEDORISMO SOCIOAMBIENTAL: PROJETO BANANHEIROS

Segundo o PNSR, o processo de melhoria do saneamento em áreas rurais vai além da implantação da tecnologia, pois a tecnologia por si só não resolve o problema. Desta forma, um dos eixos estratégicos do PNSR é a Educação e Participação Social, etapa de sensibilização, qualificação e fortalecimento dos atores envolvidos, como apresentado na Figura 13. Como também discutido no item 3.3.2.2, a construção de módulos sanitários a partir de modelos tradicionais não garante necessariamente a melhoria das condições locais de saneamento, pois inserir o fator cultural é imprescindível para a aceitabilidade da estrutura sanitária pela comunidade. Desta forma, como uma proposta para implantação de tecnologias descentralizadas de esgotamento sanitário foi criado o Projeto Bananheiros.

O projeto é uma iniciativa socioambiental sem fins lucrativos que tem como base as estruturas do empreendedorismo de impacto socioambiental. Esta alternativa de empreendedorismo tem como finalidade o valor socioambiental (e não apenas a geração de lucros), ou seja, objetiva a resolução de um problema presente na sociedade (AUSTIN, STEVENSON E WEI-SKILLERN, 2006). No entanto, para que a iniciativa possa se manter, é importante que exista sustentabilidade financeira. Desta maneira, o valor socioambiental é incorporado à oferta de produtos e serviços, bem como na geração de bem-estar social (MADRUGA; SILVA, 2019).

As ações do projeto, além de apoiar a aldeia para a melhoria do saneamento ambiental, têm como objetivos finais fortalecer a comunidade e difundir as práticas de saneamento descentralizado não convencionais. Para Gliedt e Parker (2007), o empreendedor social busca fortalecimento social

através de relações, redes, confiança e cooperação. Desta forma, entre os meses de dezembro de 2019 e março de 2020, os produtos oferecidos pela iniciativa foram cursos de cultura guarani e saneamento ecológico realizados em formato de vivências na própria aldeia.

Para mensurar o impacto socioambiental, foi realizada uma entrevista realizada com a Cacique Juliana Kerexu e foi aplicado um questionário aos participantes dos cursos, cujas perguntas estão descritas nos APÊNDICES 2 e 3, respectivamente. A entrevista com a Cacique foi realizada no mês de setembro de 2020 por meio de ligação telefônica devido às necessidades de isolamento social, já com os participantes foi realizado um questionário no mês de fevereiro de 2021 através da plataforma Google Forms.

Embora as iniciativas de impacto socioambiental possam auxiliar em escala local a resolução de problemas mais urgentes da sociedade, nem sempre elas são permanentes ou podem ser ampliadas em sua escala territorial. Com isso, buscou-se o órgão responsável pelo saneamento das aldeias para entender o porquê desta situação deficitária. Entre os meses de novembro de 2020 e fevereiro de 2021, procurou-se contactar os funcionários do DSEI Litoral Sul com a finalidade de se obter mais informações sobre as ações relativas ao saneamento no distrito. Para isso, foi encaminhado um e-mail no mês de novembro, reencaminhado em dezembro e fevereiro (neste último foi feito um ofício) ao Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena (SESANI) com questões relativas às ações da SESAI no DSEI Litoral Sul, apresentadas no APÊNDICE 4.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE II

### 8.1 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA E APROXIMAÇÃO

Foram realizadas 6 visitas à aldeia antes de iniciar o processo de construção, todas realizadas a partir da autorização da Cacique Juliana Kerexu. A Tabela 5 mostra de forma resumida a data, a duração e o objetivo de cada uma delas.

Tabela 5 - Visitas realizadas na Tekoa Takuaty para início do processo de implantação da tecnologia.

Data	Duração	Objetivo da Visita
Agosto/2019	1 dia	Início da aproximação; definição da tecnologia e do local de implantação; Criação do Projeto Bananheiros
Outubro/2019	4 horas	Observação dos hábitos;
Novembro/2019	3 dias	Oficina explicativa; início do planejamento financeiro; Observação dos hábitos.
Dezembro/2019	3 dias	Curso teórico de saneamento ecológico; Observação dos hábitos.
Janeiro/2020	2 dias	Visita do empreiteiro para a construção das paredes do tanque;
Fevereiro/2020	2 semanas	Construção; Curso prático de saneamento ecológico;
Março/2020	2 semanas	Observação dos hábitos.

Após primeira visita de julho para realização do diagnóstico, iniciou o processo de aproximação no mês de agosto. É muito comum impor projetos padronizados aos indígenas sem ouvi-los, por isso é importante ressaltar que ao longo dessas visitas procurou-se respeitar o *Nhandeko* (jeito de ser guarani/conhecimento do viver). A oralidade para o mbyá-guarani é algo muito importante e sagrado, pois a escrita veio apenas após a chegada dos europeus no Brasil. Desta forma, foi pedida a autorização (de forma oral) para a Cacique para anotar algumas de suas falas ao longo dos dias de convivência, buscando entender sua visão. Segundo ela:

“A fala e a voz são espíritos, por isso, dentro do nosso conhecimento, a gente diz que é muito importante saber usar a fala. Porque conforme

você usa, ela tem poder de carregar coisas boas, e o universo se transforma com isso.”

Com isso, após conversa inicial sobre a situação da aldeia em relação ao saneamento, uma das falas da Cacique foi:

“Eu quero que essa aldeia seja autossustentável – ter seu alimento aqui mesmo, com a colheita do milho guarani (semente crioula), da batata doce, do amendoim [...]. Conhecendo a realidade de várias aldeias, eu pensei bastante na questão dos banheiros, que são deixados de lado e são muito essenciais. Como a gente vive do plantio, tem que cuidar da terra.”

Esta conversa foi o ponto inicial para a definição de qual tecnologia seria escolhida. A partir disso a Cacique disse que a construção de banheiros ecológicos era uma ideia de cinco/seis anos atrás, quando viu um sistema de tratamento de efluentes que se assemelhava a um jardim (jardim filtrante) em uma viagem à Paraty (RJ).

Considerando que na aldeia existe a possibilidade de separação dos efluentes em águas cinza e águas de vaso sanitário, optou-se por iniciar o processo pelo tratamento desta última, pois é o efluente de maior carga poluidora. O processo de decisão seguiu com a apresentação à cacique de três tecnologias para este tipo de efluente: duas tecnologias que utilizam a água para veiculação das fezes e uma sem a utilização de água. Assim, foram apresentadas ilustrações com uma explicação da fossa séptica biodigestora, da bacia de evapotranspiração (BET) e do banheiro seco compostável

De imediato, não houve interesse no banheiro seco, pois o hábito da comunidade era já de utilizar instalações hidrossanitárias (vaso sanitário comum) e na aldeia havia disponibilidade hídrica para utilização deste tipo de instalação. Desta forma, entre a fossa biodigestora e a BET, esta última foi escolhida principalmente devido a aspectos culturais, manutenção, paisagístico e pela produção de alimentos. Relativo ao aspecto cultural, foi determinante o valor que a cultura guarani dá à terra como elemento sagrado. Ao questionar da importância do tratamento de esgoto nas aldeias, a Cacique respondeu:

“A importância, pelo menos para nós, quando a gente fala sobre cultura do povo guarani, ela trata a terra como uma parte da gente. Cuidado com a terra é porque ela que dá o que o comer, o que a gente plantar. É de extrema importância para a gente cuidar para que os nossos

netos e bisnetos continuem com o plantio, continuem com a terra fértil. Então tem que cuidar, poluir o menos possível para gente continuar, né?”

A BET propõe um sistema sem saída de efluente, pois o sistema é dimensionado para que o efluente tratado seja eliminado por evapotranspiração, a cacique enxergou esta solução como algo que se encaixaria naquilo que acredita, pois protege a terra que está no entorno. Quanto ao aspecto de manutenção, destacou-se sua simplicidade, apenas com a poda das bananeiras e cobertura do solo, já que possivelmente não há necessidade de descarga do lodo segundo informações do CataloSan (FUNASA, 2018).

Para comunidades insulares, como a Tekoa Takuaty e outras visitadas, observou-se que a necessidade de descarga de lodo é um desafio, pois, quando realizada, é feita de forma manual, sem acesso a EPIs e dificilmente o lodo é tratado e destinado de forma segura. Quanto à produção de lodo da BET, ainda não se tem consonância sobre a necessidade de retirada, segundo a Funasa (2018) não há necessidade desta descarga. Coelho, Reinhardt e Araújo (2018), contudo, recomendam a retirada do lodo a cada cinco anos aproximadamente. No entanto, os autores avaliaram bacias de evapotranspiração que recebem todo efluente das residências avaliada, não apenas as águas do vaso sanitário e com dimensões menores àquelas sugeridas pela Funasa (2018) e Galbiati (2009). Segundo Figueiredo (2019), há relatos de que existem sistemas com mais de 10 anos de uso que não necessitaram de descarga de lodo e outros que necessitam de limpeza periódica. É importante que sejam realizadas mais pesquisas com este tema, sobretudo com um acompanhamento e monitoramento por um longo período.

Em relação à produção de alimentos, a BET possibilita que os nutrientes presentes no efluente seja um recurso para a fertilização do solo. Segundo os estudos de Benjamin (2013), Guimarães (2019) e Baião et.al (2020), o efluente da BET aumenta a fertilidade do solo dentro da bacia, pois eleva a concentração dos macronutrientes (BAIAO et. al, 2020).

Existem discussões sobre a segurança sanitária ao se consumir alimentos produzidos na BET, porém Galbiati (2009) e Pires (2012), por meio da análise da presença de coliformes termotolerantes, concluíram que folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) podem ser consumidas após correta



higienização. Enquanto Benjamin (2013) e Coelho, Reinhardt e Araújo (2018) testaram a presença de coliformes totais, termotolerante e *Salmonella* em amostras de bananeiras (*Musa sp.*). O primeiro autor não detectou a presença destes microorganismos e Coelho, Reinhardt e Araújo (2018), que analisaram também amostras de tomate (*Solanum esculentum*), pimenta (*Capsicum chinense*) e da folha de malvarisco (*Plectranthus amboinicus L.*), concluíram que as amostras atendem aos padrões sanitários. Portanto, ao conciliar o tratamento de efluentes à produção de alimentos, a utilização da BET aproxima-se da ideia de se alcançar uma aldeia autossustentável, como idealizado pela Cacique, pois permite a reciclagem de água e nutrientes (PAMPLONA E VENTURI, 2004). A Figura 34 mostra a situação dos banheiros encontrada na primeira visita.



Figura 34 – Banheiro utilizado pela aldeia no momento das primeiras visitas (a). Estrutura existente de banheiro antigo (b).

A comunidade possuía apenas um banheiro, portanto, além da BET, foi decidido que seria construído um novo para suprir também esta demanda na aldeia. O local do novo banheiro e da BET foi definido pela Cacique e seria próximo à casa da anciã da aldeia, para que ela tivesse mais acessibilidade, e

da futura Opy (Casa de Reza em Guarani), para que fosse utilizado quando houvesse as cerimônias. Ali já havia estruturas de um banheiro antigo (paredes e encanamento de saída de efluente no piso e bacia sanitária solta). A primeira imagem (a) da Figura 34 mostra o único banheiro utilizado pela aldeia no momento das primeiras visitas e a segunda (b) é a estrutura existente do banheiro em que foi feita a melhoria e a implantação da BET. Para iniciar o processo de envolvimento da aldeia, no mês de novembro foi realizada uma oficina para a Cacique e o Vice Cacique para explicar o funcionamento de cada uma das camadas da BET. A Figura 35 mostra a maquete da BET construída a partir da oficina.



Figura 35 - Maquete da BET produzida na oficina realizada para a Cacique e o Vice-Cacique da aldeia Tekoa Takuaty em novembro de 2019.

Foram realizadas também outras etapas de sensibilização sobre a importância do saneamento e de explicação sobre o sistema de tratamento implantado através dos cursos realizados pelo Projeto Bananheiros.

#### 8.1.1 EMPREENDEDORISMO SOCIOAMBIENTAL: PROJETO BANANHEIROS

O Projeto Bananheiros foi criado no mês de agosto de 2019 com o objetivo de garantir o processo participativo e, ao implantar um sistema de tratamento, o projeto pudesse fortalecer a comunidade. O projeto foi idealizado a partir de três

iniciativas: Vivência na Aldeia em Peruíbe (SP), “projeto social, organizado pelo coletivo Cultive Resistência, que tem como objetivo principal a construção e a reconstrução de Aldeias usando técnicas de permacultura, bioconstrução e a implantação de novos elementos buscando um planejamento sustentável aliado a conhecimentos tradicionais” (VIVENCIA NA ALDEIA, 2020); Projeto Saneamento Rural da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP), “projeto de pesquisa e extensão que visa desenvolver ações de pesquisa e extensão universitária na área de saneamento rural, especialmente no âmbito do esgotamento sanitário.” (FEC/UNICAMP, 2020); Projeto Existe Água em SP (São Paulo – SP), iniciativa do permacultor Adriano Sampaio que localiza nascentes na capital de São Paulo e realiza trabalho de recuperação de rio assoreado na aldeia Tekoa Itakupe da TI do Pico do Jaraguá em conjunto com os moradores da aldeia (EXISTE ÁGUA EM SP, 2020).

Para que o projeto tivesse uma sustentabilidade financeira, foram oferecidos à sociedade cursos de cultura guarani e saneamento ecológico realizados em formato de vivências na própria aldeia como produtos da iniciativa, porém foi necessário um investimento inicial para cobrir os custos para a compra de materiais necessários para a construção e pagamento do serviço do empreiteiro que faria a construção das paredes e do piso da BET. Para isso, foi realizado no mês de dezembro um financiamento coletivo através do site Vakinha com o objetivo de alcançar R\$ 3.500,00. A meta foi alcançada e ultrapassada em um dia, com o apoio de 58 colaboradores, cujos detalhes podem ser encontrados no site [vaka.me/825650](https://vaka.me/825650).

Vale destacar que no momento do financiamento coletivo a aldeia contava com aproximadamente 25 famílias devido ao acolhimento dado pela Cacique a uma aldeia vinda do Rio Grande do Sul que praticava o *guata porã* (bela caminhada) em busca de *Yvy Marã e’y* (a Terra sem Males), movimento explicado no item 2.2.1, e ali estiveram até janeiro quando se descolaram para o município de Caçador em Santa Catarina. Portanto, por quatro meses houve uma população de mais de 100 guaranis com acesso a apenas um banheiro.

Além da construção do banheiro e da BET, com o montante arrecadado nos cursos, o projeto apoiou financeiramente também as demandas mais urgentes da aldeia, como alimentação e transporte, investiu na compra de

ferramentas para o plantio, na construção da Opy (Casa de Reza) e apoiou financeiramente a aldeia com dificuldades intensificadas com a pandemia de Covid-19.

#### 8.1.1.1 Cursos realizados

O Projeto Bananheiros foi criado em agosto de 2019. Através dele foram realizados dois cursos de cultura guarani e saneamento ecológico, ambos realizados na aldeia. No mês de dezembro, foi realizado o curso teórico a partir de uma vivência de dois dias com 10 participantes (Figura 36) que investiram entre R\$100,00 e R\$150,00. Na parte de saneamento, foi abordada a sua importância para a saúde, foram apresentados as políticas envolvidas e o panorama da situação do saneamento de comunidades isoladas, bem como suas dificuldades inerentes. Também foi explicado as diferentes possibilidades para soluções para tratamento de águas cinza e águas sanitárias nestes locais. Para este curso, foi feita uma apostila com os tópicos abordados tendo como referência o CataloSan da FUNASA (FUNASA, 2018) e o guia “Caminhos e Cuidados com as Águas” elaborado pelo Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS) e com participação de pesquisadores da FIOCRUZ, lideranças comunitárias e da comunidade caiçara Praia do Sono, de Paraty (RJ) (MACHADO, *et. al.*, 2019).



Figura 36 - Participantes do curso teórico do Projeto Bananheiros no mês de dezembro de 2019 em frente a Opy (Casa de Reza). Foto: Projeto Origem.



A cultura guarani, assim como o dia a dia da comunidade, foi vivenciada nestes dois dias, mas também os participantes tiveram uma palestra na qual foi contada a história da aldeia, da terra indígena e suas dificuldades diárias. Os participantes também realizaram uma visita guiada com a Cacique Juliana Kerexu que apresentou importantes elementos da cultura ainda preservados na aldeia, como a agricultura, culinária e as construções tradicionais. A Figura 37 mostra a participação dos indígenas e não indígenas nas atividades da vivência: preparo do Chipá, alimento tradicional, para o café da manhã (a); o milho tradicional utilizado para cerimônias espirituais (b); sala de aula improvisada para a realização da parte teórica do curso (c) e (d); a expedição pela aldeia para buscar o caminho das águas desde a nascente até os pontos de utilização (e); e por fim, a apresentação cultural dos meninos da aldeia chamada Dança dos Xondaros (f).



Figura 37 - Imagens do curso teórico de saneamento da aldeia. Preparo do Chipá (a). Milho tradicional (b). Sala de aula improvisada para a realização da parte teórica do curso (c) e (d). e) Expedição pela aldeia (e). Dança dos Xondaros (f).

O curso prático, por sua vez, envolveu saneamento ecológico, cultura guarani e bioconstrução, foi realizado nos dias 14 e 15 de março com o objetivo de finalizar a construção da Opy (Casa de Reza) e da BET. O curso contou com 25 participantes (Figura 38) que investiram entre R\$150,00 e R\$ 180,00 e foram disponibilizadas mais 5 vagas sociais para voluntários que auxiliaram o preparo do curso. Foi enviada a apostila do curso teórico a todos os participantes e durante o curso prático foi explicado como se constrói e como funciona uma BET, cujo processo de construção está detalhado no item 9.3.1.



Figura 38 - Participantes do curso prático do Projeto Banheiros no mês de março de 2020 em frente a Opy (Casa de Reza). Foto: Projeto Origem.

Assim, como no primeiro curso, os participantes também puderam vivenciar e aprender sobre a cultura guarani, a partir da observação, rodas de conversa, participação de cerimônia dentro da Casa de Reza. Também puderam experienciar as dificuldades vividas pela aldeia como a falta de energia, falta de banheiros, dificuldades com logística, entre outras. A Figura 39 mostra diferentes momentos do 2º curso do projeto: curso prático e mutirão de construção da BET (a), (b) e (c); participação da aldeia (d) e cerimônia conduzida pela Cacique Juliana e seu filho Ricardo Wera dentro da Opy (e); curso de bioconstrução ministrado pelo Vice Cacique Flavio Karai e oficina de geotinta ministrada pela Arquiteta Janine Balem (f), (g) e (h).





Figura 39 - Imagens do curso teórico de saneamento da aldeia. Curso prático de saneamento (a), (b) e (c). Participação da aldeia (d). Cerimônia na Opy (e). Curso de Bioconstrução (f) e (g). Oficina de geotinta (h). Fotos: Projeto Origem.

No mês de setembro de 2020 foi realizada uma entrevista com a Cacique Juliana Kerexu para saber de sua visão de todo o processo realizado na aldeia nos meses de implantação da BET. Dentre as questões, foram realizadas 7 perguntas relativas à BET e aos cursos/vivências realizados na aldeia. As respostas estão descritas abaixo:

Qual é o nome do sistema tratamento implantado?

**R:** Sistema de evapotranspiração, prefiro chamar de fossa de bananeiras.

Como ele funciona?

**R:** As bananeiras servem para fazer o filtro da água de esgoto. As camadas também servem para fazer filtragem, mas quem faz isso são as raízes das bananeiras, né?

Você acha que é fácil de manter?

**R:** Sim. Bem fácil. É só cuidar das bananeiras e cuidar para não deixar o solo exposto.

O que vocês acharam dos cursos/mutirões para a construção?

**R:** Muito bom! A gente faria de novo com certeza, deu muito certo. Só a gente faria em mais dias, porque um dia é muito pouco para tanta coisa para fazer.

Como foi para você receber tantas pessoas na sua aldeia?

**R:** Nossa, foi muito importante para a gente por vários motivos. Uma das coisas que eu mais prezo é essa troca que a gente tem, porque lidando com todos os processos que a gente vive no cotidiano, é muito importante a gente manter essa troca para eles conhecerem nossa realidade.

O que você acha da participação dos juruas (não indígenas) no processo de construção?

**R:** Muito bom. Tanto os juruas vindo para cá conhecendo a nossa cultura, conhecendo a forma de vida nossa, mas também essa junção dos dois mundos para que a gente possa sim os dois podermos trabalhar essa forma, para gente construir um novo futuro. Então, essa sabedoria também eles trazem de lá e a gente aqui faz essa junção dos dois mundos. Então, isso também fortalece bastante. Se não fosse eles também a gente não tinha conseguido construir ela, ainda não estaria pronto, né? Seria mais difícil, quanto mais mãos, braços pernas, a gente consegue, mais rápido construir e carregar esse peso.

Os recursos arrecadados auxiliaram a aldeia?

**R:** Ajudou a terminar a casa de reza e ajudou nesse momento difícil para comprar comida para as famílias que não podem sair para vender artesanato, a pagar a gasolina do barco também. Não tem ninguém que ajuda a gente, só a sociedade civil mesmo, então ajudou muito.



As três primeiras perguntas foram direcionadas ao sistema implantado, a BET, e seu funcionamento. Assim como mencionado por Figueiredo (2019), percebeu-se que o termo “Bacia de Evapotranspiração” é menos acessível que “Fossa de Bananeiras”. Sugere-se, portanto, que este último seja mais utilizado ao realizar um trabalho com comunidades para que a comunicação seja mais acessível. O objetivo destas primeiras perguntas foi entender se todo o processo de explicação foi suficiente para que a aldeia soubesse o que estava sendo implantado e os cuidados que se deve ter com o sistema.

De forma geral, pode-se afirmar que a Cacique teve um bom entendimento do sistema, no entanto, não significa que este entendimento extrapola para todos os moradores da aldeia, pois houve uma significativa mudança da população resistente ao longo do período da pesquisa. Este foi um desafio presente no período desta pesquisa, mas é importante destacar que a mobilidade entre aldeias é um traço característico dos Mbyá Guarani, pois os intercâmbios reforçam as relações culturais deste povo (EMBRAPA, 2006). Desta forma, será uma circunstância sempre presente em projetos com o povo Mbyá Guarani.

Além disso, houve uma limitação de comunicação com todos os moradores devido aos impedimentos de retornar à aldeia após a realização do segundo curso. O processo de sensibilização, contudo, não finaliza com a implementação da tecnologia, pois, como visto em Trata Brasil (2020), a etapa de gestão, posterior a implantação, é a mais desafiadora e fundamental para que o tratamento de efluente cumpra sua finalidade.

Sobre os cursos realizados, a Cacique Juliana Kerexu mencionou na conversa que gostaria de realizar mais eventos como este, pois além de auxiliarem em demandas básicas da comunidade, possibilitou a troca de conhecimento entre os indígenas e não indígenas. Segundo a Cacique, o primeiro passo para engajar a população com a causa indígena é fazê-la conhecer a realidade. Portanto, um projeto com esta forma pode possibilitar que pessoas que nunca haviam tido contato com populações tradicionais possam se envolver, conhecer os desafios e apoiar questões que o poder público não alcança.

Um outro questionário foi aplicado aos participantes dos cursos que ocorreram na aldeia (APÊNDICE 3). A Figura 40 mostra os resultados das questões objetivas respondidas.

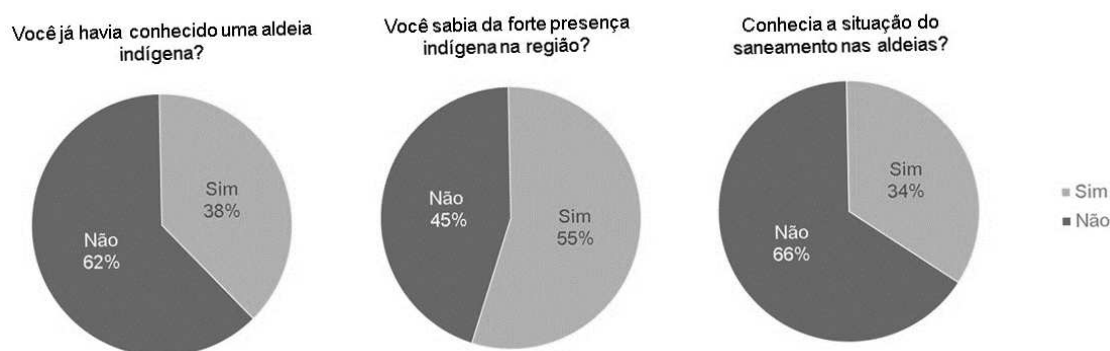


Figura 40 - Resultado das três primeiras questões do questionário realizado com os participantes dos cursos do Projeto Bananheiros.

Os cursos proporcionaram que pessoas que nunca haviam tido contato com comunidades indígenas pudessem ter. O questionário aplicado aos participantes do curso, teve uma taxa de resposta de 78%, sendo que destes 62% responderam que não havia conhecido uma aldeia indígena antes do curso e 45% não sabia da forte presença indígena na região.

Na porção leste do Paraná, existe apenas uma TI regularizada (Ilha da Cotinga) e duas TI delimitadas (Cerco Grande, em Guaraqueçaba, e Sambaqui, em Pontal do Paraná) (FUNAI, 2020). No entanto, além da Tekoa Takuaty, o litoral do Paraná possui mais 6 aldeias indígenas, algumas delas fora das TIs, que se encontram nos municípios de Guaraqueçaba, Pontal do Paraná, Morretes e Paranaguá. E na região de Curitiba existem aldeias indígenas em Pinhais, São José dos Pinhais e uma aldeia urbana na capital.

Sobre o saneamento precário em aldeias indígenas, 66% dos participantes responderam que não conhecia esta situação, embora o PDS Litoral (2020) já tenha reportado tal situação. Ainda segundo os participantes, o saneamento na aldeia é importante devido os seguintes aspectos: saúde e qualidade de vida; proteção do meio ambiente e da biodiversidade da aldeia; por ser um direito humano básico; pelo valor da terra (tanto pela subsistência quanto pelo seu valor sagrado).

Além de questões objetivas, foram incluídas duas questões abertas aos participantes para que descrevessem de forma livre respostas sobre suas experiências, cujas respostas completas estão descritas no APÊNDICE 6. A Figura 41 mostra o resultado dos motivos pelos quais os participantes buscaram realizar o curso:

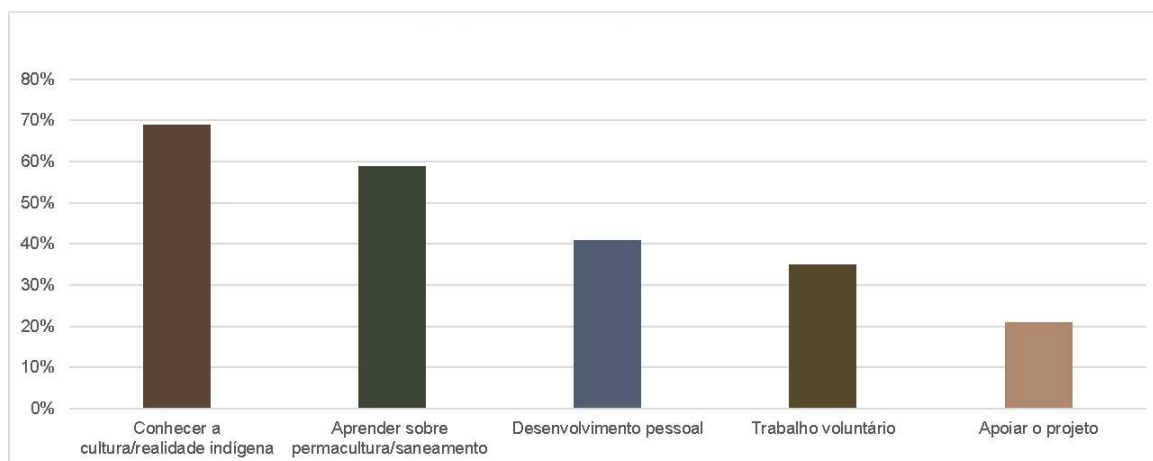


Figura 41 - Motivos pelos quais os participantes foram buscar o curso teórico/prático em Cultura Guarani e Saneamento Ecológico.

De forma geral, 69% dos participantes buscavam conhecer a cultura/realidade indígena, 59% para conhecimento das áreas de saneamento ou permacultura, 41% decidiram realizar o curso para desenvolvimento pessoal, 35% para realizar um trabalho voluntário e 21% foram com a intenção de apoiar o projeto. Como esta questão foi respondida de forma discursiva, possibilitou-se a liberdade para que os participantes descrevessem mais de um motivo. Esta questão, contudo, foi respondida esta questão de forma mais direta, por outro lado, ao responderem sobre as experiências grande parte dos relatos foram longos e muitos de cunho afetivo, pois houve grande envolvimento emocional entre os participantes e a Cacique Juliana.

Quanto às experiências relatadas, os dois temas mais citados foram os aprendizados sobre a permacultura e saneamento ecológico e sobre a realidade da aldeia e com a cultura guarani, 64% e 80%, respectivamente. Primeiramente, destaca-se que o interesse em permacultura e saneamento ecológico transcende às disciplinas tradicionalmente envolvidas ao saneamento, pois apenas 24% dos participantes são profissionais/estudantes da área.

Os participantes do primeiro curso mencionaram o aprendizado sobre o tratamento dos diferentes tipos de efluentes, enquanto os participantes do segundo curso mencionaram sobre aprender sobre a BET de uma forma prática e didática. Percebeu-se que a inclusão do curso de bioconstrução foi uma parte importante, pois aliou às técnicas tradicionais explicadas pelos Caciques à experiência em permacultura que muitos buscavam. Dentre os participantes do curso, seis pessoas procuraram o Projeto para replicar o que aprenderam em outros locais, sendo que dois construíram uma BET em suas residências.

Embora tenha-se observado um interesse grande quanto aos aspectos de saneamento e permacultura, o maior volume das respostas foi relativo aos aprendizados sobre a realidade da aldeia e com a cultura guarani. Observou-se que houve uma grande aproximação entre os participantes e a Cacique Juliana e sua família durante a vivência. Receptividade, acolhimento, humildade e simplicidade foram palavras de destaque nas respostas ao mencionar a Cacique e a comunidade, o que proporcionou uma sensação de bem-estar durante os dias de vivência, bem como um aumento na vontade de apoiar e no interesse pela causa indígena. Assim como a cacique, alguns participantes também mencionaram sobre o fortalecimento através da coletividade.

Quanto à cultura guarani foram mencionados elementos como: o modo de vida integrado à natureza; o preparo de alimentos e a culinária tradicional; uso de plantas de forma medicinal; casas tradicionais de pau-a-pique; o idioma guarani e o modo de comunicação; a espiritualidade; e questões sobre a visão de mundo deles. A percepção de um dos participantes foi que “durante nosso período lá, me marcou como os indígenas pareciam ser donos do tempo: mesmo conosco ali, eles viviam no seu ritmo, com seu próprio tempo para resolver seus afazeres, como eles conversavam baixo entre si, senti que eles abstraíam a necessidade de ter controle sobre a vida”, o que completa com a experiência de outro participante que relatou que um aprendizado foi “entender de como chegar, como falar e até olhar para eles”. Todos os participantes responderam ter interesse em saber mais sobre a cultura indígena e afirmaram que a vivência aumentou este interesse.

Muitos também relataram sobre suas percepções sobre as dificuldades vividas pela aldeia através da privação de acesso a serviços básicos, como: água quente, energia elétrica, saneamento básico, banheiros e infraestrutura de

higiene. Tais dificuldades relatadas trouxe algumas reflexões por parte dos participantes como “valorizar coisas simples que temos em casa” e “perceber o quanto a gente tem acesso a tudo e o quanto a nossa vida é fácil comparada aos desafios que os povos indígenas enfrentam”.

Todos os participantes que responderam os questionários apoiariam outros projetos/mutirões de saneamento nas aldeias depois de conhecer a realidade de uma aldeia e investiriam novamente em uma vivência, ou seja, de todos que realizam os cursos, pelo menos 78% dos participantes (já que 22% não respondeu o questionário) apoiariam e investiriam mais uma vez no projeto.

#### 8.1.1.2 Órgão responsável e políticas públicas

Muitas vezes as iniciativas conseguem atuar apenas em escala local, devendo buscar também estratégias que influenciem positivamente políticas públicas. Dentro do empreendedorismo de impacto socioambiental, existe o processo de *advocacy* que, segundo Anastácio e colaboradores (2018), é “um mecanismo que possui metodologia própria para ser aplicado no sentido de buscar realizar incidência e engajamento social para gerar ou alterar políticas públicas a respeito de determinado tema”.

O processo de *advocacy* é extenso e extrapola os objetivos desta pesquisa, no entanto, a sua base é analisar a legislação existente para a questão e buscar sua aplicação. Para o caso das políticas indigenistas, foi visto no item 2.1 que nas últimas décadas houve um avanço em relação aos direitos dos indígenas e que no ano de 2010 foi criada uma secretaria dedicada exclusivamente às questões de saúde e saneamento da população indígena. Embora exista o Sistema de Informação de Saneamento em Área Indígena (SISABI), criado pela FUNASA no ano de 2002, atualmente este sistema não está disponível e há poucos documentos para acesso público relativos às ações da SESAI. Segundo Viana (2005), o SISABI tinha como objetivo registrar: Censo sanitário das aldeias indígenas (diagnóstico geral da situação sanitária das aldeias); Monitoramento da Qualidade da Água; Caderno do Agente Indígena de Saneamento; e Acompanhamento de Obras de Saneamento e Edificações nas Áreas Indígenas. Este seria um importante instrumento de monitoramento das ações da SESAI para que a sociedade civil, universidades e instituições do terceiro setor também

pudesse ter acesso à situação das aldeias com a finalidade de atuar ou cobrar o órgão a fim de reverter a situação atual do saneamento dos povos indígenas. Desta forma, buscou-se informações com DSEI Litoral Sul conforme descrito na metodologia, mas, apesar de conseguir contato com o responsável da área de saneamento, as perguntas do APÊNDICE 6 não foram respondidas.

Há poucas informações direcionadas ao DSEI Litoral Sul nos relatórios de gestão do exercício (RGE) da SESAI, únicos documentos da secretaria disponíveis para acesso público. No ano de 2016, a secretaria tinha como meta aumentar em 5% o número de “aldeias com destinação final adequada de dejetos”, alcançando 66% desta meta (SESAI, 2016). Em 2017, o objetivo foi realizar a melhoria em 45 aldeias, contudo, alcançou-se apenas 7 (15,6%). Neste ano, foi finalizada apenas uma obra de saneamento no DSEI, em uma aldeia em São Paulo (SESAI, 2017). Em outros relatórios (2012 a 2016) não foi especificado se houve obras de saneamento no DSEI Litoral Sul (SESAI, 2012; SESAI, 2013; SESAI, 2014; SESAI, 2015; SESAI, 2016).

Embora haja um macroprocesso dentro da secretaria com objetivo de pesquisa e estudos elaborados na linha de soluções alternativas e de modelos tecnológicos de saneamento ambiental (SESAI, 2016), atualmente o que se divulga é que as obras são realizadas por meio de modelo fixo implantado pela FUNASA com as Melhorias Sanitárias Domiciliares (MSD) constituídas de estruturas sanitárias complementadas com tratamento a partir da construção de fossas (sépticas, absorventes etc.) e sumidouro (SESAI, 2012; SESAI, 2013; SESAI, 2014; SESAI, 2015; SESAI, 2016; SESAI, 2017).

Segundo a Cacique Juliana, mesmo de não haja a possibilidade de uma escolha participativa da tecnologia, há ainda uma falta de comunicação entre as comunidades indígenas e o órgão:

“A primeira coisa que deve ser feita é sentar-se com a aquela comunidade e entender qual é a visão dela sobre a questão do saneamento e de quais jeitos que eles querem trabalhar/levar e mesmo que seja com fossa. Ter um momento de falar de qual a vantagens e desvantagens daquela fossa que vai ser feita ali, se aquela comunidade que está recebendo aquele banheiro com aquela fossa, se aquela fossa é séptica ou não, como que é feito, qual o impacto que vai ter daquilo, que aquela comunidade saiba o que está recebendo. Não simplesmente que seja feito naquela comunidade e terminou de construir e vai embora e pronto, sem a

comunidade saber o que foi feito ali, que é muito o que acontece hoje, né?”

Nos relatórios de gestão, percebe-se que a maioria das obras realizadas são terceirizadas, podendo concluir que os profissionais que irão realizar o serviço terão de fato o objetivo em apenas “construir e ir embora”. A SESAI relata uma série de dificuldades encontradas para alcançar as metas em seus relatórios de gestão como: falta de pessoal, principalmente no período de transição de responsabilidade da FUNASA para SESAI; dificuldade de logística para realizar obras em comunidades de difícil acesso; desistências de empresas terceirizadas contratadas para realizar os serviços, entre outras (SESAI, 2016; SESAI, 2017).

Uma das diretrizes do PNSR é apoiar, técnica e financeiramente, a elaboração do Subprograma Nacional de Saneamento Indígena com a participação permanente dos povos originários. Como comentado no item 3.3.2.2, o entendimento das práticas sanitárias de cada etnia é um desafio e um trabalho complexo como aponta Silva (2018), porém um ponto extremamente importante para que este subprograma traga, de fato, benefícios aos povos indígenas. A colaboração entre o poder público, entidades de pesquisa, universidades e, também, organizações do terceiro setor será fundamental para que nos próximos anos as ações de saneamento em aldeias indígenas possam configurar na melhoria da qualidade de vida desses povos.

## 9 METODOLOGIA FASE III: CONSTRUÇÃO E MONITORAMENTO

Na Fase III foi realizado o dimensionamento e construção da bacia de evapotranspiração e monitoramento das condições ambientais da região. Esta etapa aconteceu entre os meses de janeiro de 2020 e finalizou em março de 2021.

### 9.1 BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO – ESTUDOS PUBLICADOS

Segundo Costa (2014), o estudo pioneiro sobre BET, no âmbito acadêmico, é o de Galbiati (2009), cujos resultados foram inseridos na publicação de Paulo e colaboradores (2013). A partir de então, houve um aumento significativo de pesquisas relativos à BET, sobretudo dissertações de mestrado. A Tabela 6 mostra alguns dos estudos realizados nos últimos anos e seus respectivos objetivos que serviram base para a elaboração da metodologia de dimensionamento e monitoramento desta pesquisa.

Tabela 6 - Estudos acadêmicos realizados nos últimos 12 anos relativos à BET e seus respectivos objetivos.

Autor	Ano	Tipo	Município/ Região	Objetivo
Galbiati	2009	Dissertação de Mestrado	Campo Grande (MS)	Determinar critérios para a construção de dimensionamento da BET; Avaliar parâmetros químicos e físicos do efluente antes e após tratamento
Pires	2012	Dissertação de Mestrado	Visconde do Rio Branco (MG)	Projetar e construir uma BET; avaliar parâmetros químicos, físicos e biológicos do efluente antes e após tratamento; analisar a contaminação microbiológica dos frutos plantados sobre a BET; estimar a evapotranspiração da BET.
Benjamin	2013	Dissertação de Mestrado	Lavras (MG)	Análise do efluente; Análise de fertilidade e microbiológica do solo; Análise microbiológica de folhas e frutos do sistema.



Paulo et.al	2013	Artigo Técnico	Campo Grande (MS)	Avaliar parâmetros físicos, químicos e biológicos do efluente antes e após tratamento.
Oliveira Netto et. al	2015	Artigo Técnico	Sertão Alagoano	Avaliação da DQO do efluente de cada uma das camadas da BET.
Coelho, Reinhardt e Araújo	2018	Artigo Técnico	Sertão Cearense	Avaliação de 70 unidades desses módulos de BET instalados no semiárido Brasileiro; Avaliação da qualidade sanitária dos vegetais cultivados; Proposta de dimensionamento; Avaliação da taxa de acumulação do lodo produzido e do tempo de manutenção da BET.
Guimarães	2019	Trabalho de Conclusão de Curso	Silva Jardim (RJ)	Analisar os efeitos do tratamento de cada camada da BET; Verificar a melhoria da fertilidade do solo; Avaliar a viabilidade econômica e implantação;
Figueiredo	2019	Tese de Doutorado	Campinas (SP)	Avaliar a variação do nível do esgoto dentro da BET; Avaliar a qualidade do efluente final produzido pela bacia de evapotranspiração por meio da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos; Avaliar a visão da família beneficiada em relação à facilidade construtiva, de manutenção/operação e a aceitabilidade do sistema de tratamento de esgoto.
Rezende	2019	Dissertação de Mestrado	Monte Carmelo (MG)	Avaliar o desenvolvimento, composição química e microbiológica de hortaliças produzidas em diferentes posições da BET.
Baião et al.	2020	Artigo Técnico	Raul Soares (MG)	Avaliação da fertilidade do solo; Avaliação do custo de implantação da BET.

## 9.2 DIMENSIONAMENTO

O cálculo comumente utilizado para dimensionar a BET é de 2m<sup>2</sup> de área superficial por usuário do sistema (FUNASA; GUIA DAS ÁGUAS, TONETTI) com profundidades variando entre 1,0 e 1,2m (Pamplona e Venturi, GALBIATI, 2009; 2004; FUNASA, 2018; TONETTI et.al, 2018). Segundo Pamplona e Venturi (2004), o valor de 2 m<sup>2</sup>/pessoa foi atribuído de forma empírica por Tom Watson, permacultor estadunidense que concebeu originalmente o sistema (GALBIATI, 2009). Este valor é suficiente em lugares cuja evapotranspiração é alta, no entanto, em regiões mais frias e úmidas, este valor deve ser avaliado de forma específica (Pamplona e Venturi, 2004). Há algumas experiências no Brasil, utilizando valores ainda menores que a referência inicial, como é o caso de Figueiredo (2019) que utilizou o valor de 1,5 m<sup>2</sup>/pessoa com uma profundidade de 1,2 m. A autora avaliou o nível do efluente dentro de uma BET instalada no município de Campinas, cuja precipitação anual foi de 1408 mm, ao longo de um ano e observou que o nível máximo do sistema foi de 1,07 m, podendo concluir que o dimensionamento apresentou resultados satisfatórios, pois o nível máximo atingido do efluente foi inferior à profundidade da BET.

No entanto, devido à grande extensão do território brasileiro e das diferentes condições climáticas, é indicado que seja realizado um balanço hídrico a partir dos parâmetros de cada região. Galbiati (2009) e Coelho, Reinhardt e Araújo (2018) propuseram equações para dimensionar a área superficial (A) da BET.

Galbiati (2009) não realizou o dimensionamento a partir do balanço hídrico para a construção em si, mas utilizou a BET construída a partir de valores empíricos para calcular o coeficiente do tanque ( $k_{tevap}$ ), a partir de dados experimentais, para as condições climáticas do município de Campo Grande (MS). O  $k_{tevap}$  foi calculado por meio de

$$K_{tevap} = \sum \frac{ET_d}{ET_0} \quad , \quad (2)$$

Onde:

ET<sub>d</sub> é Evapotranspiração diária do tanque obtida experimentalmente ao longo de 11 dias de coleta de dados;

ET<sub>0</sub> é a Evapotranspiração média diária de referência do local de cada um dos 11 dias de coleta de dados, calculados a partir de dados meteorológicos utilizando o método proposto por Hargreaves & Samani (1985).

A ET<sub>0</sub> é o processo de transferência de água para a atmosfera a partir da transpiração das plantas e da evaporação de água no solo, considerando o processo de perda de água de uma superfície gramada (ALLEN *et al.*, 1998). Galbiati (2009), portanto, sugeriu como o cálculo da área superficial a equação 3:

$$A = \frac{n \cdot Q_d}{ET_0 \cdot k_{\text{evap}} - P \cdot k_i} \quad , \quad (3)$$

Onde:

A é a área superficial (m<sup>2</sup>) do tanque;

n é o número médio de usuários do sistema;

Q<sub>d</sub> é a vazão diária por pessoa (L/dia);

k<sub>evap</sub> é o coeficiente do tanque, valor referente às condições locais (resultado da eq. (2) para as condições de Campo Grande);

ET<sub>0</sub> é a evapotranspiração de referência média do local (mm/dia);

P é pluviosidade média do local (mm/dia); e

k<sub>i</sub> é o coeficiente de infiltração, valor que varia de 0 a 1.

Os valores de entrada no sistema são a vazão diária e a parcela da precipitação que é infiltrada. Considerando que apenas as águas de vaso sanitário entrarão no sistema, a vazão diária de entrada dependerá do número de usuários, a média de descargas/usuário.dia e o volume de cada descarga que dependerá do tipo de vaso sanitário utilizado. Já a parcela da precipitação que é infiltrada, representada pelo K<sub>i</sub> dependerá da cobertura e tipo de solo, da inclinação da superfície do tanque, entre outros fatores (GALBIATI, 2009).

Coelho, Reinhardt e Araújo (2018) propuseram um balanço hídrico também após a construção do sistema para as condições regionais do sertão do Ceará, apresentado pela equação 4:

$$A = \frac{q \cdot N \cdot Cr}{(ET_c + U_c)} \quad , \quad (4)$$

Onde:

A é a área superficial do tanque (m<sup>2</sup>);

q é o consumo de água per capita (m<sup>3</sup>/hab.dia);

N é o número de habitantes do domicílio;

Cr é o coeficiente de retorno (relação média entre o volume de esgoto produzido e de água consumida);

ET<sub>c</sub> é a evapotranspiração da cultura (m/dia); e

U<sub>c</sub> é o uso consuntivo da cultura (m/dia).

A saída de água do sistema foi calculada através da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) somada ao uso consultivo da cultura (U<sub>c</sub>). A bananeira, utilizada naquele estudo, possui uma elevada demanda hídrica por conta da sua morfologia e da hidratação do tecido vegetal (EMBRAPA, 2012), portanto o U<sub>c</sub>, ou seja, o consumo de água, também foi considerado. A ET<sub>c</sub> é a soma dos processos de evaporação da água do solo e transpiração específica para cada cultura, e pode ser estimada pela equação 5:

$$ET_c = k_c \cdot ET_0 \quad , \quad (4)$$

Onde:

- ET<sub>c</sub> é a evapotranspiração da cultura (mm/dia);

- k<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura de banana; e

ET<sub>0</sub> é a Evapotranspiração potencial de referência calculada pelo método de Penman-Monteith (mm/dia).

O coeficiente  $k_c$  depende do estado vegetativo da planta e das condições climáticas. Segundo Embrapa (2012), para a cultura de Banana no Brasil, a partir do 7º mês de plantio,  $k_c$  varia de 0,85 a 1,10.

### 9.2.1 Dimensionamento para BET da Tekoa Takuaty

Para o dimensionamento da área superficial da BET construída na Tekoa Takuaty, optou-se em realizar um balanço hídrico, cujo esquema está na Figura 42.

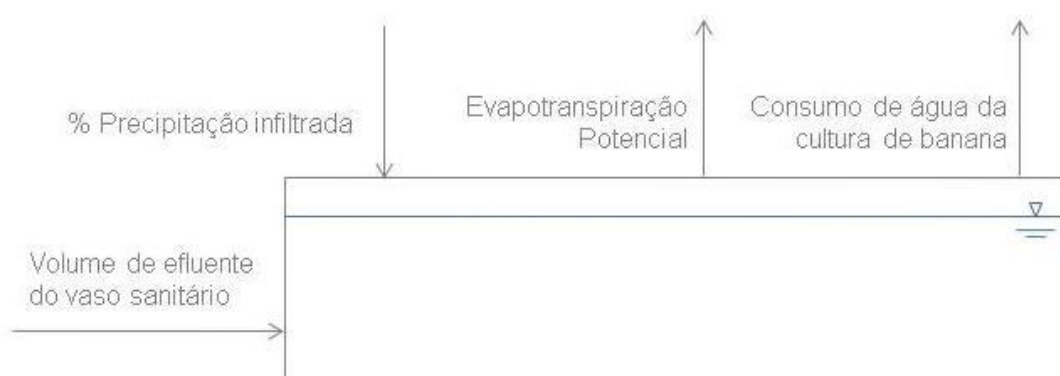


Figura 42 - Balanço hídrico realizado para calcular a área superficial da BET construída na aldeia guarani Tekoa Takuaty.

Baseou-se nas metodologias propostas por Galbiati (2009) e Coelho, Reinhardt e Araújo (2018) descritas acima. Portanto, para este trabalho foram realizadas algumas adaptações de acordo com as variáveis locais e dados disponíveis.

A variável  $k_{tevap}$ , calculado experimentalmente por Galbiati (2009), que aproxima o valor da  $ET_o$  para a evapotranspiração real da BET, não foi utilizada por conta das diferentes condições climatológicas entre Campo Grande (MS) e Paranaguá (PR), bem como a impossibilidade de calculá-la já que é necessário o sistema previamente construído. Coelho, Reinhardt e Araújo (2018), por sua vez, adicionaram à equação à demanda hídrica da cultura da bananeira.

Desta forma, o balanço hídrico utilizado para esta fase de construção da BET, considerando as condições meteorológicas da região de Paranaguá, é representado pela equação 6:

$$\underbrace{v.d.n + P.i.A}_{\text{Entradas}} - \underbrace{ET_0.A + C.A}_{\text{Saídas}} = 0, \quad (6)$$

Onde:

v é o volume de água da descarga do vaso sanitário (L);

d é o número de descargas diárias ( $\text{dia}^{-1}$ );

n é número de usuários do sistema;

A é a área superficial da BET ( $\text{m}^2$ );

P é a precipitação diária (mm/dia);

i é a parcela da precipitação que infiltra no sistema (valor entre 0 e 1);

$ET_0$  é a evapotranspiração potencial ( $\text{mm.dia}^{-1}$ ); e

C é o consumo diário de água da cultura da bananeira (mm/dia).

Ao reordenar o balanço hídrico para se realizar o cálculo direto de A tem-se a equação 7:

$$A = \frac{v.n.d}{(ET_0 + C) - (P.i)} \quad (7)$$

A multiplicação dos valores de v, d e n resultam na vazão de entrada de efluente, ou seja, o volume que entra na BET durante um dia. A vazão de entrada dependerá do tipo de vaso sanitário utilizado e o número de vezes que é acionada a descarga do vaso sanitário em um dia. No presente estudo, optou-se em utilizar um vaso sanitário com o menor volume encontrado no mercado, sistema com duas válvulas de 3 e 6L/descarga, para que o sistema pudesse ter o maior o número de usuários possível. Assim, o dimensionamento foi feito para 5 usuários e para o valor de v foi considerado 4,5L.

Com relação à incógnita “d”, Galbiati (2009), em seu trabalho, considerou uma média de 4,0 descargas/usuário.dia (urbano não indígena). Porém, segundo análise de Pires (2012), em uma residência rural com seis pessoas, a média de descargas foi de 1,27 descargas/usuário.dia (rural não indígena) e, segundo Figueiredo (2019), um valor sugerido em pesquisas é de 2,0 descargas/habitante.dia. Para o presente estudo, em consulta à Cacique,

afirmou que a utilização média é de duas vezes ao dia, sendo este valor o considerado para d.

O valor utilizado para a precipitação diária P (5,9 mm/dia) foi a média diária dos últimos 10 anos da estação meteorológica de Paranaguá, dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Estação 83844 - coordenadas, -25.54°, -48.53°).

A parcela da precipitação que é infiltrada depende de inúmeros fatores, no entanto os principais, neste caso, são a manutenção do sistema através do cuidado em não deixar o solo exposto e o cuidado em recolocar a terra ao final para construção para que haja um declive que facilite o escoamento superficial da chuva para fora da bacia.

Segundo, Silva e Carvalho (2006), o escoamento superficial para solo franco, como é o caso da Ilha da Cotinga (EMBRAPA, 2006), varia entre 50% e 70% em áreas cultivadas. Para a região de São Paulo, Wilken (1978) considera valores de 5 a 20% para o escoamento superficial em “matas, parques e campos de esportes: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação”. Cicco e colaboradores (2019) estudaram as taxas de interceptação pela copa de árvores da Mata Atlântica e encontraram valores de 22% em períodos chuvosos e 33% em períodos menos chuvosos. Neste trabalho foi definido um valor de 50%, considerando que metade da precipitação infiltre na BET, que uma parcela seja interceptada pelas folhas das bananeiras e outra parcela escoar para fora da área da BET. No entanto, é possível que este valor seja subestimado, principalmente em períodos longos com chuva, necessitando de mais estudos neste sentido.

O valor de evapotranspiração potencial ( $ET_o$ ) utilizado foi de 3,5 mm/dia, adquirida pela média dos últimos 10 anos de dados do INMET. Embora, atualmente, a metodologia considerada padrão para o cálculo da evapotranspiração seja o método de Penman-Monteith parametrizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (ALLEN *et al.*, 1998), o modelo utilizado pelo INMET, de Thornthwaite (INMET, 2009), é adequado para climas úmidos segundo Camargo e Camargo (2000).

O consumo de água (C) da bananeira depende do estágio vegetativo da planta e das condições meteorológicas do local, variando, portanto, de 1mm/dia a 4mm/dia até os 6 meses de plantio e de 2mm.dia a 6mm.dia após os 6 meses (EMBRAPA, 2012). O balanço hídrico considera um regime permanente, ou seja, que o volume de água de dentro da BET é constante, sendo dimensionada considerando os meses após o período de enchimento da bacia que é quando as plantas não estão mais nos primeiros estágios vegetativos. Desta forma, o valor utilizado para o cálculo foi de 4mm.dia<sup>-1</sup>, a média dos valores após os 6 meses de plantio.

### 9.3 ASPECTOS CONSTRUTIVOS E FUNCIONAMENTO

A primeira etapa de construção da BET é a escavação no solo que pode ser feita manualmente ou por meio de máquinas. As paredes da bacia impermeabilizada podem ser construídas com diferentes técnicas que são definidas de acordo com a disponibilidade de materiais na região de construção, de recursos financeiros e de mão de obra (TONETTI *et. al*, 2018; FUNASA, 2018; MACHADO *et. al*, 2019). As técnicas comumente empregadas são o ferrocimento e a alvenaria convencional, mas também há exemplos de BET construídas com superadobe (revestidas com argamassa) (MACHADO *et. al*, 2019) ou revestidas com lonas (BENJAMIN, 2013). A laje de fundo pode ser feita de concreto armado com espessura de aproximadamente de 5 cm (FUNASA, 2018; FIGUEIREDO, 2019). Independente da técnica utilizada, é importante que as paredes e o fundo sejam impermeabilizados, podendo utilizar aditivos impermeabilizantes incorporados à massa do chapisco (FIGUEIREDO, 2019; MACHADO *et. al*, 2019), pois não pode haver entrada de água subterrânea, nem vazamento de efluente (TONETTI *et. al*, 2018).

A câmara de recepção do efluente pode ser construída com blocos cerâmicos vazados ou com a utilização de pneus descartados. O efluente é encaminhado a esta câmara, cuja função é semelhante ao do tanque séptico, onde ocorrerá a digestão anaeróbia da matéria orgânica e a sedimentação dos sólidos suspensos (GALBIATI, 2009; TONETTI *et. al*, 2018). A conversão anaeróbia da matéria carbonácea passa pelos processos de hidrólise (conversão de compostos orgânicos complexos em simples), acetogênese (conversão da



matéria orgânica em ácidos orgânicos) e metanogênese (conversão dos ácidos em gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e água) (VON SPERLING, 2005).

O  $\text{CH}_4$  e o  $\text{CO}_2$ , produtos da digestão, são liberados através de um tubo de respiro que conecta o interior da câmara de digestão com a área externa à BET (MACHADO *et. al*, 2019). Além destes gases, pode haver a produção do ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), produto da redução de compostos de enxofre presentes no efluente (VON SPERLING, 2005).

As camadas da BET são feitas de diferentes materiais onde microrganismos crescem e se desenvolvem, formando um biofilme filtrante, que auxiliam nos processos de degradação da matéria orgânica e mineralização dos nutrientes (TONETTI *et. al*, 2018; FUNASA, 2018). Geralmente, são construídas quatro camadas: a primeira de entulho cerâmico de aproximadamente 50 cm, em seguida uma camada de brita de 10 a 15 cm, camada de areia de 10 a 15 cm e por fim uma camada de terra onde serão plantadas as espécies vegetais (GALBIATI, 2009; TONETTI *et. al*, 2018; FIGUEIREDO, 2019). O nível do efluente, ao atingir a camada de solo, sobe por capilaridade até chegar à região superior da bacia (GALBIATI, 2009). Na zona de raízes, acontece mais uma etapa de tratamento, na qual microrganismos aderidos às raízes das plantas e ao solo auxiliam no processo de estabilização e os compostos mineralizados podem ser absorvidos pelas plantas (PIRES, 2012). Apesar de quase todo o processo ocorrer de forma anaeróbia (FIGUEIREDO, 2019), é possível haver uma condição aeróbia na zona de raízes (BRIX, 1994) devido ao transporte de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) pelas plantas, desde as folhas, onde é captado, além da presença de espaços vazios quando o solo não está saturado.

As espécies vegetais plantadas no sistema devem ter alta demanda hídrica (GALBIATI, 2009). Segundo Figueiredo (2019), as espécies indicadas por Pamplona e Venturi (2004) são as bananeiras e as taiobas. A Figura 43 mostra, além destas, espécies ornamentais indicadas pela Emater (2016).



Figura 43 - Plantas indicadas, para a BET, por Pamplona e Venturi (2004) e Emater (2016).

Deve-se atentar, portanto, ao uso de espécies exóticas em áreas preservadas de mata nativa. Priorizando o uso de espécies nativas, preferencialmente de folhas largas e com raízes de comprimento inferior a 1m. Para o caso da Tekoa Takuaty, onde há a presença de grandes áreas de floresta preservada, indica-se a utilização de plantas do próprio local. Projeto Ambiental (2019) realizou um estudo técnico e levantamento fitossociológico do estrato vegetal da Ilha da Cotinga. Tal documento pode servir de base para a escolha de espécies, sobretudo espécies herbáceas de sub-bosque.

### 9.3.1 Processo de construção na aldeia e aceitabilidade da comunidade

A construção foi realizada entre janeiro e março de 2020. Foi realizada em oito etapas: Visita do empreiteiro; Trabalho de logística dos materiais para a construção da bacia impermeabilizada; Escavação da abertura da bacia; Construção da bacia impermeabilizada; Trabalho de logística dos materiais para a construção das camadas da BET; Construção das camadas; Instalação do encanamento e do vaso sanitário; Plantio das espécies vegetais. Ao longo das diferentes etapas, foi possível avaliar o processo de construção da BET em uma aldeia localizada em uma ilha (comunidade isolada), incluindo também a visão e a aceitabilidade da comunidade no processo.

A implantação da tecnologia não é o único desafio a ser vencido ao se estudar as questões de saneamento em comunidades rurais, já que é necessária a participação ativa da comunidade nos processos de gestão e operação dos

sistemas (TRATA BRASIL, 2020). Existem propostas de gestão comunitárias bem-sucedidas como é o caso do SISAR, apresentado no item 3.3. Segundo Tonetti e colaboradores (2018), existem diversos estudos cuja temática envolve os sistemas de gestão comunitária de saneamento, mas a maioria das pesquisas foca no abastecimento de água.

Tonetti e colaboradores (2018) apontam que os desafios existentes no saneamento descentralizado ultrapassam os aspectos tecnológicos e ambientais, englobando os desafios de gestão e, principalmente, culturais, pois a aceitação da comunidade é um dos principais fatores para a implantação bem-sucedida.

Para avaliar o processo de aceitação da tecnologia na comunidade estudada, no mês de novembro de 2020 (8 meses após a implantação da BET), foi realizada uma entrevista de forma remota, devido às condições de isolamento social, com a Cacique da aldeia. O roteiro de entrevista, apresentado no APÊNDICE 4, foi baseado na metodologia de Figueiredo (2019), que avaliou a aceitabilidade de uma comunidade rural onde foi também implantada uma BET. No entanto, adaptado à realidade da comunidade indígena desta pesquisa e incluindo tópicos que abordam a visão da liderança desta comunidade quanto ao SNSI.

#### 9.4 MONITORAMENTO

O monitoramento das condições locais ocorreu entre os meses de março e janeiro de 2021 a partir de dados disponibilizados pelo SIMEPAR da estação meteorológica de Paranaguá. Foram avaliados os dados pluviométricos (P) e foi estimada a evapotranspiração potencial ( $ET_0$ ) a partir do método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO. Para isso, seguiu-se o “Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman Monteith-FAO” publicado por Conceição (2006), equação 8:

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \frac{.900}{T + 273,15} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad , \quad (8)$$

Onde:

$\Delta$  é declividade da curva de pressão de vapor em relação à temperatura (kPa/°C);

$R_n$  é o saldo diário de radiação (MJ/m<sup>2</sup>.dia);

$G$  é fluxo total diário de calor no solo (MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>);

$\gamma$  é o coeficiente psicrométrico (kPa/°C);

$u_2$  é a velocidade do vento a 2m de altura (m/s);

$e_s$  é a pressão de saturação de vapor (kPa);

$e_a$  é a pressão atual de vapor (kPa); e

$T$  é temperatura média do ar (°C).

Embora necessário para avaliar o balanço hídrico do sistema, não foi possível realizar o monitoramento em campo para quantificar as outras variáveis da eq. 10 do item 9.2.1 devido às limitações impostas pela pandemia de Covid-19. Desta forma, foram discutidos possíveis cenários estimando valores da vazão de entrada de efluente a partir do número de pessoas que utilizaram os banheiros e da faixa de valores do consumo de água das bananeiras divulgado pela Embrapa (2012).

## 10 RESULTADOS E DISCUSSÃO – FASE III

### 10.1 CONSTRUÇÃO

A construção da BET foi realizada entre janeiro e março de 2020. A escavação do solo foi a primeira etapa da construção, sendo iniciada em janeiro e finalizada em fevereiro de 2020, compreendendo duas semanas de trabalho, todo feito manualmente. Tiveram participações ativas o Vice Cacique da aldeia, Flávio Karai, e estudantes de graduação de Engenharia Ambiental da UFPR. A Figura 44 mostra o início do processo de escavação e a sua finalização que foi realizada com auxílio de pedreiros contratados pelo empreiteiro.



Figura 44 – Escavação do buraco para iniciar a construção da BET na Aldeia Tekoa Takuaty. (a) Estudantes voluntários no início da escavação. (b) Escavação finalizada.

Após a etapa de escavação, seguiu-se para o revestimento e impermeabilização das paredes e do piso da bacia. Considera-se que uma das etapas mais importantes da construção é a impermeabilização para que não haja infiltração do efluente no solo. Portanto, foi contratado um profissional da construção civil que aceitou realizar o projeto em troca de uma contribuição com valor social de R\$ 1000,00 e, além disso, auxiliar na capacitação dos moradores da aldeia para que não fosse necessário alguém externo para a construção de

próximos banheiros. A partir disso, o empreiteiro fez a visita na aldeia para analisar o local da construção no dia 13 de janeiro de 2020.

Existem diversas técnicas para a construção das paredes. Inicialmente foi escolhida construção com a técnica do ferrocimento, por conta da viabilidade financeira apontada por Galbiati (2009), Costa (2014) e Emater/FBB (2016). No entanto, a partir da experiência do empreiteiro está não seria uma técnica viável para o local por conta da enorme dificuldade na logística para carregar grande quantidade de sacos de cimento de 50 kg e por conta da alta pluviosidade da época que faria com que a obra se estendesse por muitos dias. Portanto, foi indicada a construção em alvenaria que seria mais adequada para estas situações. O trabalho de logística para o carregamento dos materiais para a construção de toda a BET durou aproximadamente duas semanas e está descrito de forma detalhada no APÊNDICE 7.

Finalizada a abertura, foi construída a parede de alvenaria como mostra a Figura 45. A parede foi revestida com argamassa misturada a uma resina sintética para melhorar a aderência e o fundo foi feito de concreto com aditivo impermeabilizante. Alguns desafios encontrados neste processo foram relacionados ao período de chuvas da região, pois em muitos momentos houve enchimento do tanque que teve que ser esvaziado retirando a água manualmente. O ponto positivo, contudo, foi encontrar os possíveis vazamentos antes de continuar o processo. Desta forma, para garantir a impermeabilização, foram adicionadas três camadas de revestimento impermeabilizante à base de cimento, aditivos minerais e polímeros, utilizado comumente para impermeabilização de reservatório de água potável enterrado, piscinas em concreto enterradas e estruturas sujeitas a infiltração do lençol freático. A Figura 45 mostra as etapas descritas acima.





Figura 45 - Etapas do processo de construção da BET na Aldeia Tekoa Takuaty.

Com a bacia concluída e impermeabilizada, iniciou-se a etapa de construção das camadas da BET. Este processo ocorreu ao longo de uma semana, entre os dias 9 e 16 de março de 2020, sendo os primeiros dias destinados ao carregamento de materiais. A construção das camadas foi realizada nos dias 14 e 15 de março de 2020 através do curso prático realizado pelo Projeto Bananheiros (Item 8.1.1.1).

A câmara de digestão foi construída com 26 pneus doados por uma oficina mecânica do município de Paranaguá. A câmara foi conectada a uma tubulação de PVC de 100 mm, por onde chega o efluente. Esta junção foi realizada com uma conexão T de 100 mm para que pudesse instalar um tubo de respiro para as saídas dos gases produzidos no processo de digestão da matéria orgânica. A Figura 46 mostra esta etapa de construção.



Figura 46 - Câmara de pneus e detalhes das conexões para a entrada do efluente na BET. Fotos: Projeto Origem

Ao redor da câmara de pneus, normalmente reaproveita-se resíduos da construção civil, como entulho cerâmico, para compor esta camada (FUNASA, 2018; EMATER/FBB, 2016; TONETTI *et. al.*, 2018), no entanto, não havia este tipo de resíduo na ilha para ser reaproveitado, pois as construções da aldeia são feitas de bambu, e para trazê-lo de Paranaguá seria financeiramente inviável por conta do frete necessário para recolhimento em diferentes lugares.

Com isso, a primeira camada foi preenchida com tijolos inteiros de 8 furos e alguns tijolos quebrados. Apesar de a área superficial para a formação do biofilme ser menor com os tijolos inteiros, optou-se por quebrar apenas parte deles, pois não haveria o suficiente para quebrar todos e atingir a altura de 55 cm para cobrir a câmara de pneus. Desta forma, foram quebrados apenas alguns para cobrir os espaços vazios entre os tijolos dispostos de forma organizada no sistema. Além disso, foram colocados partes de tijolos entre os pneus para que não ficassem totalmente justapostos com o objetivo de facilitar a saída do efluente da câmara de digestão. A Figura 47 mostra as etapas deste processo.





Figura 47 - Primeira camada da BET: Tijolos inteiros e quadrados. Fotos: Projeto Origem

As camadas seguintes foram de brita nº1 (12 cm) e areia grossa (15 cm). Porém, entre estas camadas colocou-se uma manta geotêxtil de drenagem para segurar a areia (Figura 48).



Figura 48 - Camada de brita, manta geotextil e camada de areia. Fotos: Projeto Origem

Durante a construção das camadas também foram instalados o encanamento dos pontos amostragem e de verificação o nível de efluente da BET com o objetivo de monitoramento em trabalhos futuros. No dia 16/03/2020

foram realizadas as instalações hidráulicas do sistema e a instalação do vaso sanitário para que o banheiro já pudesse ser usado.

No entanto, não houve tempo suficiente para finalização das camadas da BET com o plantio das bananeiras e outras espécies vegetais. Foi programada a finalização para a semana seguinte, mas no dia seguinte, foi aprovada a PORTARIA Nº 419 de 17 de março de 2020 da FUNAI que estabeleceu medidas excepcionais para a contenção da pandemia de COVID-19 que restringe temporariamente a entrada de não indígenas nas aldeias. Assim, foram canceladas todas as visitas na aldeia e a solução encontrada para finalizar a construção foi a elaboração de uma cartilha explicativa enviada à Cacique de forma remota. A cartilha, que se encontra no APÊNDICE 8, mostra como deve ser retornada a terra ao sistema, as plantas que podem ser plantadas na BET e os cuidados necessários com a manutenção.

A Figura 49 mostra a instalação dos pontos amostragem para futuros trabalhos, a BET com as bananeiras recém-plantadas, ainda sem as outras plantas e a cobertura do solo (foto enviada pela Cacique no mês de abril) e o banheiro com vaso sanitário e chuveiro funcionando, a instalação do chuveiro foi feita pelos moradores e a pintura com tinta feita de terra (de escavação da BET) foi feita no curso pelos voluntários.



Figura 49 – Instalação dos pontos de amostragem na BET, Camadas da BET finalizadas com bananeiras recém-plantadas e banheiro com vaso sanitário instalado e pintado com geotinta desenvolvida pela voluntária Janine Balem.



A Figura 50 mostra a situação da BET, em imagens enviadas pela Cacique no dia 20 de julho de 2020. Nas fotos pode-se observar a anciã da aldeia, Dona Rosalina, cuidando do jardim da BET.



Figura 50 - BET no mês de julho de 2020. Foto: Juliana Kerexu

Apesar da impossibilidade de acompanhamento do uso da BET de forma presencial, o contato com a aldeia seguiu de forma remota. A utilização do banheiro variou entre 4 e 6 pessoas, havia 6 pessoas utilizando até o mês de junho de 2020 e passou para 4 pessoas, pois uma família se mudou da aldeia, permanecendo assim até o último contato, no mês de fevereiro de 2021. Segundo a Cacique, não houve entupimento, mal cheiro e tampouco extravasamento de efluente através da tubulação de drenagem neste período de contato, mas comentou que a terra dentro da bacia está bem úmida por conta das chuvas dos meses de dezembro e janeiro. A Figura 51 mostra como estava a BET no mês de fevereiro de 2021.



Figura 51 – BET no mês de fevereiro de 2021. Foto: Juliana Kerexu

A Cacique, ao enviar a foto, comentou sobre a desfolha das bananeiras. Segundo ela, “as folhas das bananas estão secas porque ainda não foram cortadas. Teve um período de seca e elas demoraram para crescer um pouquinho, mas daí a gente quis deixar crescer mais um pouquinho antes de tirar as folhas secas. Agora já está na hora de cortar”. Os objetivos de se retirar as folhas secas das bananeiras, segundo a Embrapa (2012), é melhorar o arejamento e luminosidade, acelerar o desenvolvimento de mudas e melhorar as propriedades físicas e químicas do solo.

Uma das mudanças ocorridas com a construção de um novo banheiro e da BET na Aldeia Tekoa Takuaty foi a garantia de maior acessibilidade à anciã da aldeia. Sabe-se que o direito humano à água e ao saneamento não é garantido apenas pela presença de estruturas, pois estas devem, também, ser fisicamente acessíveis dentro, ou na proximidade imediata, do lar, segundo a Resolução 64/292 de 2010 da Assembleia Geral da ONU. O banheiro já existente naquela aldeia, contudo, localizava-se a mais de 250 m de sua residência, enquanto o reformado está a aproximadamente 18 m. Estes valores significam que a anciã da aldeia precisou caminhar uma distância menor, aproximadamente 175km a menos no último ano para ter acesso às instalações sanitárias, como pode-se ver na Figura 52.



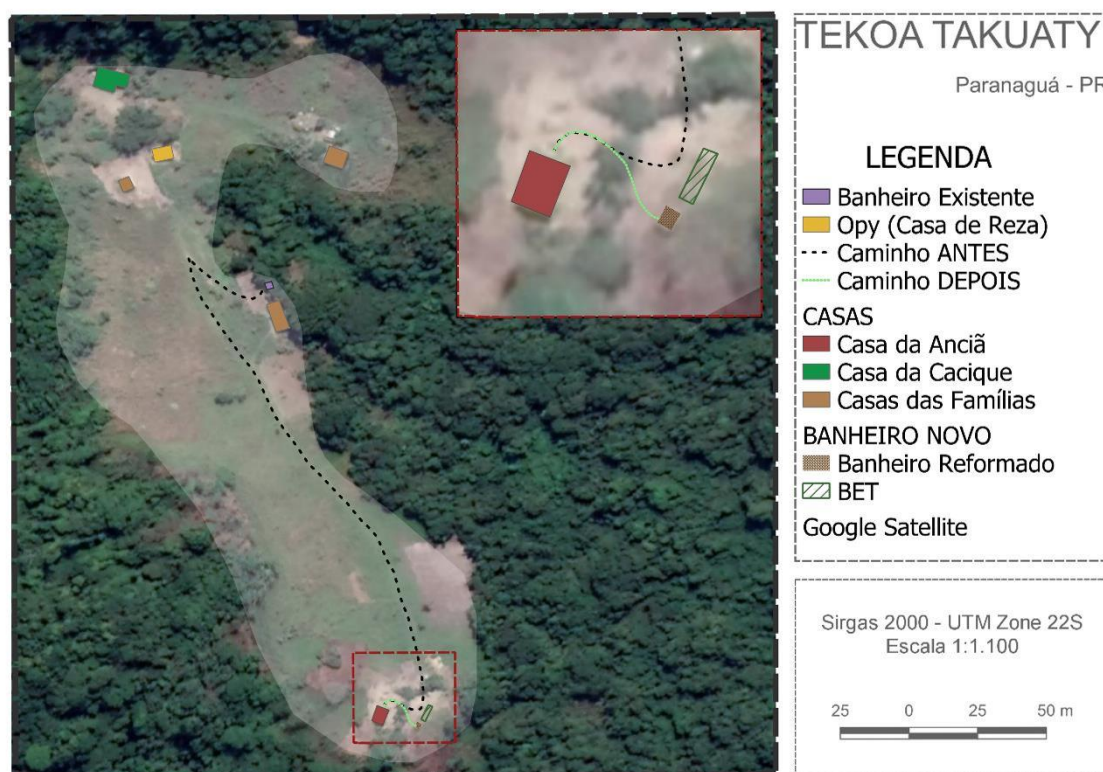


Figura 52 – Mapa da Tekoa Takuaty com a marcação dos caminhos entre a casa da anciã e os banheiros.

Em debate intitulado “Pandemia e Povos Indígenas: A visão da mulher Guarani na luta cotidiana”, promovido pelo Instituto Federal do Alagoas (IFAL), a Cacique Juliana Kerexu incluiu a construção do banheiro e da BET como uma das conquistas da aldeia no âmbito dos direitos dos povos indígenas. A fala da Cacique, descrita a seguir, foi um importante retorno para saber a sua visão em relação a um projeto como este.

“A gente já conseguiu construir um banheiro ecológico com uma fossa ecológica com uma estudante chamada Luiza Natalino, ela é Engenheira Ambiental [...]. Conhecendo bastante a realidade de várias aldeias, não só aqui na região, mas de outros estados também, eu pensei bastante na questão dos banheiros que são muitas vezes colocados de lado, mas são extremamente essenciais. Como a gente vive diretamente do plantio, a gente nunca pensou nesse lado [dos banheiros] e em como cuidar da terra, mas é a terra que nos dá de comer. Aí me veio, mais de 6 anos atrás, a ideia de construir os banheiros com as fossas ecológicas que alguns conhecem como fossa de bananeiras, e apareceu a Luiza que me mandou uma mensagem, veio aqui na aldeia e as ideias bateram, do mesmo jeito que eu tinha pensado. E esse ano junto com o Projeto Origem a gente conseguiu, uma semana antes da chegada da pandemia, de estar na quarentena, no isolamento, concluir essa fossa. Hoje ela já está sendo usada pela família, [e ainda] a gente precisa fazer mais quatro. Mas, eu acho que tudo isso é uma ideia para expandir, de levá-la para outras aldeias, por exemplo, porque tem vários modos de a gente conseguir fazer um trabalho que a

comunidade se sinta naquele projeto, dela se sentir parte daquilo.” Juliana Kerexu, em entrevista para IFAL (2020).

De acordo com a fala da Cacique, fica claro o envolvimento da comunidade na construção da BET, fazendo com que ela fizesse parte do processo através da participação, sensibilização, como estabelece um dos eixos estratégicos do PNSR. Além disso, a Cacique recomenda esta ideia para outras aldeias, como também afirmou em entrevista realizada no mês de novembro de 2020. Nesta entrevista, a Cacique afirmou que qualquer um pode construir um sistema como a BET, mas é necessário ter vontade e é importante que tenha alguém que entenda do assunto para acompanhar. Ressaltou que não foi fácil de construir devido aos desafios logísticos da aldeia “não foi nem um pouco fácil [de construir], porque nossa aldeia não tem trapiche, o acesso é difícil. Foi muito difícil de carregar tijolo e carregar os materiais das camadas”.

O nível de dificuldade para realizar a construção foi elevado, pois, além das chuvas e do fato de a aldeia estar localizada em uma ilha, a entrada da aldeia está localizada em área de mangue e não havia trapiche para descarregamento, dependendo, por tanto, dos horários de maré alta. Outro desafio foi o carregamento de materiais dentro da aldeia, pois o relevo da Ilha da Cotinga é íngreme e não era possível utilizar carrinho de mão em partes do percurso.

Machado e colaboradores (2019) também relataram tal dificuldade na primeira implantação de BET construída com alvenaria na comunidade caiçara Praia do Sono em Paraty, cujo acesso também é marítimo e através de trilhas. Os autores propuseram outra solução ao construir outras dez BETs com a bacia impermeabilizada a partir da técnica de bioconstrução do superadobe, na qual se utiliza a própria terra escavada (MACHADO, *et. al.*, 2019). Adriana Galbiati<sup>1</sup>, a partir de sua experiência, indicou o uso de lonas de PVC ou de polietileno de baixa densidade (PEBD), utilizando três camadas com lonas de no mínimo 200 micras. Segundo a permacultora, esta é a técnica com melhor custo-benefício para construção de BET em comunidades, porém atentou aos cuidados para não romper a lona com a colocação da camada de entulho.

---

<sup>1</sup> Conversa pessoal realizada com Adriana Galbiati em setembro de 2020. Adriana é permacultora e professora de saneamento ecológico desde 2009.

A Cacique tem interesse em construir mais sistemas como este em sua aldeia, pois continua sendo uma demanda importante. E ressaltou que gostaria de uma participação ativa da universidade nestes processos a partir de atividades de extensão para que fosse possível uma troca de conhecimento:

“Se fosse desse mesmo jeito do nosso com você, com os outros que vieram com você, com esse entendimento, a gente teria mais acesso à universidade e vice e versa. Porque senão a gente vê, a gente olha e parece que é tão difícil acesso a eles e as vezes a gente fica perdido né? Se fosse desse mesmo jeito que foi feito esse trabalho... Olha, a gente teria muito mais a conversar, muito mais trocas, muito mais acesso, muito mais entendimento do que é a universidade, [e a universidade] do que é uma comunidade indígena. Não só, como é feito em algumas áreas, que muitos universitários/universidades vem, olha para uma comunidade indígena como algo que ele possa estar tirando daqui simplesmente e não ter retorno como esse trabalho nosso. Então, deveria ser feito desse mesmo olhar, desse mesmo carinho, né? Que foi feito esse projeto e não como um olhar para aquela comunidade como algo ali de objeto de estudo, sem essa troca de ambos os lados. Uma parceria mesmo, que todo mundo esteja junto para trabalhar, para carregar tijolo, carregar brita, né?”

A fala da Cacique mostra que existe uma oportunidade para a universidade gerar e trocar conhecimentos com sua aldeia, através de práticas de pesquisa aliadas à projetos de extensão. No entanto, em sua visão tais ações não devem ser limitadas a pesquisas que os consideram apenas um objeto de estudo, sem haver uma vivência e uma troca ativa entre aldeia e universidade.

Existe um grande desafio em alcançar o desenvolvimento que gere, concomitantemente, progresso econômico e social por conta, principalmente, das limitações de tempo em gerar resultados. Por isso, projetos de pesquisa e extensão, através das universidades, também têm a oportunidade de planejar e desenvolver parcerias, de forma coerente, com comunidades culturalmente diversificadas para atender demandas nas quais o órgão público não alcança.

## 10.2 DIMENSIONAMENTO E MONITORAMENTO

### 10.2.1 Resultado do dimensionamento e discussões

A área superficial da BET foi definida a partir dos cálculos detalhados no item 9.2.1, resultando em um valor de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>. A literatura indica o valor de 2 m de largura, no entanto Figueiredo (2018) utilizou o valor de 1,5 m, e o comprimento variável de acordo com o número de usuários (FUNASA, 2018; TONETTI *et. al*, 2018). Desta forma, a câmara de pneus, onde ocorre a digestão da matéria orgânica, tem maior comprimento e, conseqüentemente, maior volume. Com isso, definiu-se que as dimensões da BET no presente trabalho seriam de 1,50 m x 6,60 m.

A profundidade, de acordo com Funasa (2018), deve variar entre 1,0 m e 1,2 m e como no estudo de Figueiredo (2019), o nível do efluente chegou a 1,07 m, em uma região de menores índices pluviométricos do que Paranaguá optou-se por utilizar o valor de 1,2 m. A Figura 53 mostra o projeto utilizado como base para a construção:

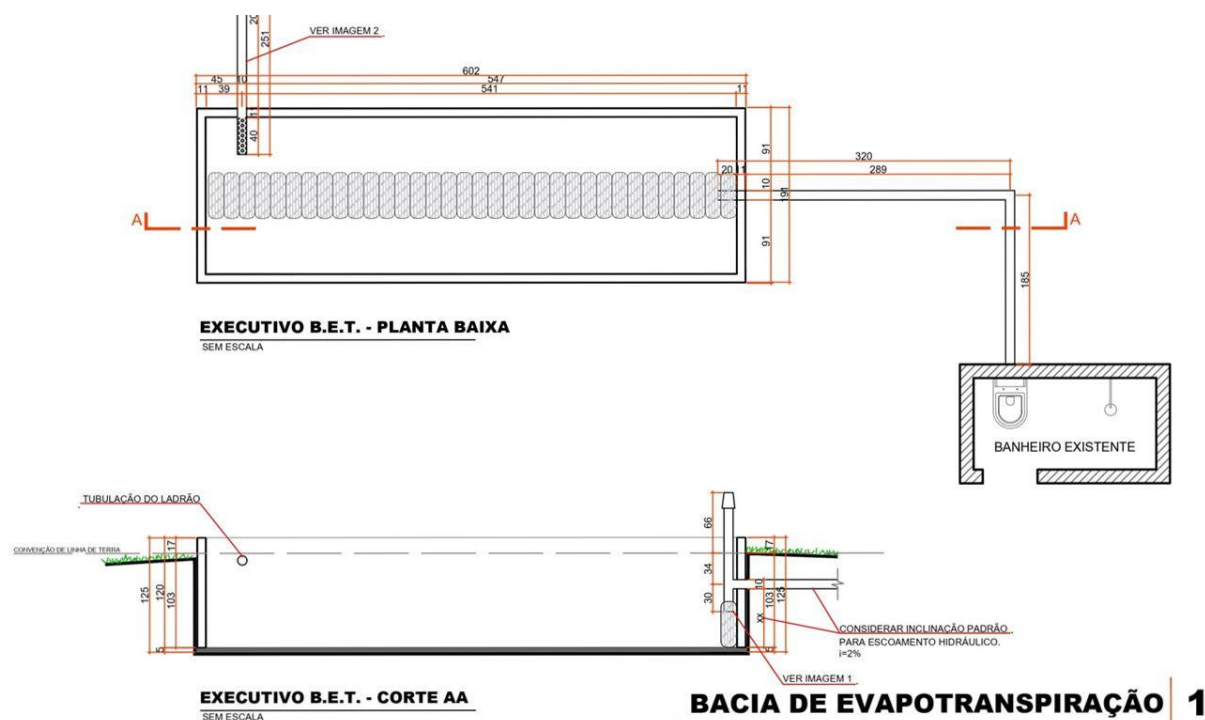


Figura 53 - Projeto executivo da BET. Elaborado pela autora.



Embora o comprimento esperado no projeto fosse de 6,60 m, não foi possível alcançar tais dimensões, devido às chuvas fortes no período da construção, à limitação de tempo e às dificuldades na escavação manual, como foi apontado no item 10.1. A BET, portanto, foi finalizada com 1,50 m de largura, 5,50 m de comprimento e 1,20 m de profundidade, ou seja, com área superficial de 8,25 m<sup>2</sup>. Nos três primeiros meses de operação, segundo informações da Cacique, a BET estava sendo utilizada por 6 pessoas, resultando em 1,38 m<sup>2</sup>/pessoa, valor abaixo do indicado pela literatura. Apesar de estar subdimensionada para este período, o sistema ainda estava enchendo e, no mês de junho, uma das famílias mudou-se da aldeia, passando a ser utilizado por 4 pessoas (2,06 m<sup>2</sup>/pessoa). Além disso, as condições climáticas dos primeiros meses de operação foram favoráveis para um maior uso.

O objetivo do dimensionamento é encontrar uma área ideal para que seja um sistema fechado, ou seja, que todo o efluente que entra possa sair apenas através da evapotranspiração. A redução da área superficial para 8,25 m<sup>2</sup> diminuiu o volume útil da BET e a área para o plantio de bananeiras e entrada de chuva. Como consequência, a probabilidade de saída de efluente através da tubulação de drenagem em períodos mais chuvosos é maior. No entanto, este efluente sairá tratado, podendo ser encaminhado à uma vala de infiltração ou a um pós-tratamento.

A tubulação de drenagem foi instalada na camada de solo e quando o efluente chega a este ponto já houve processos de decantação, digestão e filtração, com concentrações de poluentes reduzidas em relação àquelas de entrada. Embora o conceito de eficiência não se aplique a BET por ser um sistema fechado (GALBIATI, 2009), é importante realizar monitoramento em pontos próximos à tubulação de drenagem para que se tenha conhecimento dos valores de concentração de poluentes do efluente, caso haja extravasamento.

Figueiredo (2019), Pires (2012) e Galbiati (2009), ao avaliar a DBO em pontos na extremidade oposta a entrada da BET, encontraram concentrações médias de DBO de 64, 73 e 74 mgO<sub>2</sub>/L, respectivamente. Já para SST esses valores médios foram de aproximadamente 43, 49 e 38 mg/L e o pH foi 7,76, 7,92, 7,81, respectivamente. Apesar de não haver legislação federal sobre disposição final de efluentes líquidos sanitários no solo, há uma portaria estadual do Rio Grande do Sul que determina que para efluente com vazões menores que

200 m<sup>3</sup>/dia, deve-se atender aos seguintes padrões de qualidade de DBO, SST e pH, respectivamente: 120 mg/L; 140 mg/L; e 6 a 9 (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Portanto, se houver extravasamento de efluente na BET construída, pode-se considerar que os sistemas atendem tais padrões, pois foi construída de forma semelhante aos estudos citados acima. Como mencionado no item 10.1, não houve relatos de extravasamento de efluente no período de contato remoto com a comunidade (março de 2020 a fevereiro de 2021), apenas relato de que nos meses de dezembro e janeiro, o solo dentro da bacia permaneceu úmido.

O dimensionamento é realizado através de um balanço hídrico que considera um sistema em regime permanente, ou seja, considera que a variação do nível de efluente dentro da bacia é igual a zero. Para futuras pesquisas, estes cálculos podem ser aprimorados, considerando um regime transiente e incluindo as variáveis de profundidade para analisar o dimensionamento dentro de faixas ideais de variação do nível do efluente.

Segundo Galbiati (2009), se o efluente se mantiver nas camadas de entulho e brita, a água não chegará até as espécies vegetais através da ascensão capilar, portanto, o ideal é que o efluente se mantenha entre as camadas de areia e solo. Para a BET construída na aldeia, o ideal é que o efluente se mantenha entre 0,67m (início da camada de areia) e 1,10m (altura da tubulação de drenagem).

### 10.2.2 Volume Útil

O volume útil da BET foi calculado a partir das geometrias, desconsiderando o volume de sólidos de cada camada. O volume útil de cada camada, bem como o volume total pode ser visto na

Tabela 7.

Tabela 7 - Volume útil por camada e volume útil total da BET instalada na Tekoa Takuaty.

CAMADA	MATERIAL	DETALHE	m <sup>3</sup>
1ª camada	Entulho e pneus	Volume útil - câmara de pneus	1,28
		Volume útil - entulho	2,12
		Volume útil total	3,40
2ª camada	Brita	Volume útil - 2ª camada	0,30

<b>Total - 1ª e 2ª camadas</b>			<b>3,70</b>
3ª camada	Areia	Volume útil - 3ª camada	0,25
4ª camada	Solo	Volume útil - 3ª camada	1,13
<b>Volume útil total - Bacia de Evapotranspiração – Tekoa Takuaty</b>			<b>5,08</b>

\*O volume útil da camada de entulho foi calculado a partir da quantidade de tijolos inteiros e quebrados inseridos. Das outras camadas, foi calculado a partir do volume de vazios, calculados através da porosidade de cada camada, encontradas em Dias (2008), Graciosa *et. al* (2008) e Andrade e Stone (2009).

O volume útil da BET construída na Tekoa Takuaty é de aproximadamente 5 m<sup>3</sup>, 51% do volume interno total da bacia. Galbiati (2009) e Pires (2012) encontraram valores próximos a 60%. Esse volume pode ser reduzido caso haja compactação do solo, desta forma é importante que o solo não esteja exposto. Assim, em períodos de chuva mais intensa ou em eventos cuja utilização do banheiro é maior, pode haver extravasamento de efluente pelo tubo de drenagem (ladrão) e deve ser encaminhado a um pós-tratamento definido futuramente pela comunidade.

A câmara de pneus, que tem a função decanto-digestora, assim como a fossa comum, tem um volume aproximado de 1,28 m<sup>3</sup>. O dimensionamento de uma fossa para 4 pessoas, seguindo a NBR 7229 e utilizando o mesmo volume de contribuição de 9L/pessoa.dia, tem como resultado um volume de 1,26 m<sup>3</sup>, se o intervalo entre limpezas for de 1 ano.

Considerando a entrada constante de efluente de 6 pessoas como principal volume para elevar o nível da bacia, e que o volume da precipitação, nos primeiros meses, foi integralmente utilizado pela demanda hídrica das bananeiras, como será discutido em seguida, conclui-se que o nível atingiu a camada de areia no mês de maio, na 10ª semana de operação da BET.

### 10.2.3 Monitoramento das condições ambientais

A Figura 54 mostra os valores mensais da evapotranspiração (ET<sub>0</sub>) e precipitação (P) no município de Paranaguá, comparando médias mensais de 10 anos (2010 – 2019) e a média mensal dos meses de 2020.

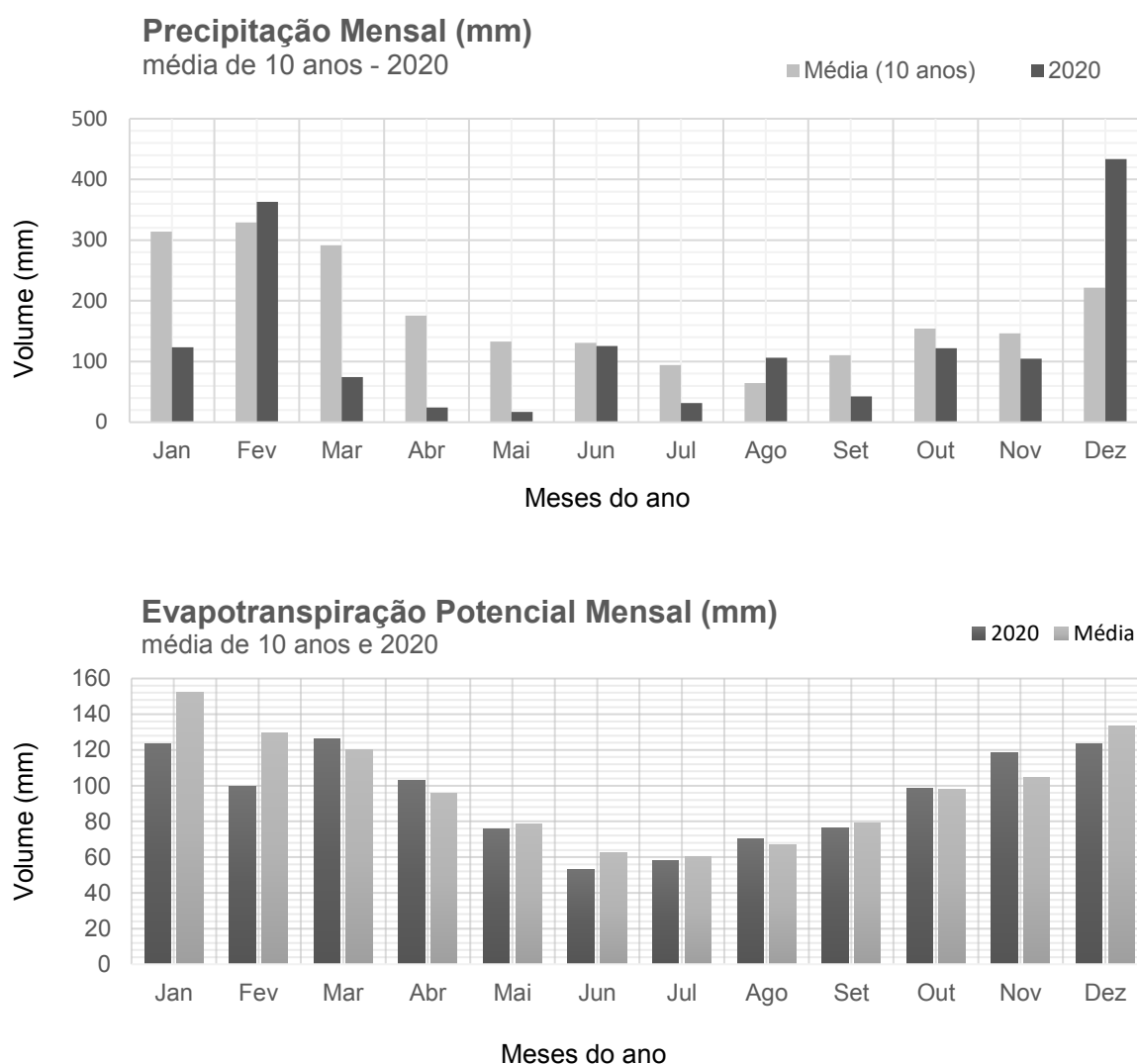


Figura 54 – Precipitação e evapotranspiração potencial mensal em Paranaguá. Comparação entre médias mensais históricas (anos 2010 e 2019) e do período de funcionamento da BET (2020). Dados: Inmet; Simepar. Modelos utilizados: Thornthwaite ( $ET_0$  histórica) e Penman-Monteith-FAO (2020).

A evapotranspiração potencial no ano de 2020 foi de 1125 mm na região de Paranaguá, valor próximo à média entre os anos de 2010 e 2019 que foi de 1181mm. Por outro lado, o ano de 2020 teve menores índices pluviométricos se comparado ao acumulado anual dos últimos anos. Enquanto a média anual da precipitação acumulada entre 2010 e 2019 foi de aproximadamente 2170 mm, no ano de 2020 foi 38% menor, totalizando em 1570mm.

A evapotranspiração é o elemento central para o funcionamento da BET. Diferentemente da precipitação, evapotranspiração ocorre todos os dias, tendo seu índice diretamente relacionado aos valores de temperatura média. Desta

maneira, como pode-se observar na Figura 54, seus valores são mais elevados nos meses de verão. É neste período, consequentemente, que as espécies vegetais têm as maiores demandas hídricas que podem ser supridas pelos volumes de precipitação da região.

Quanto à precipitação, ainda de acordo com a Figura 54, nota-se que, principalmente, entre os meses de março e setembro, os volumes de chuva foram consideravelmente abaixo da média. O município de Paranaguá tem clima subtropical úmido, com meses em que a precipitação tem maior volume e outros menor, porém não há uma estação seca. No ano de 2020, contudo, houve períodos nos quais o volume de chuva foi praticamente zero. Por outro lado, no mês de dezembro de 2020 os valores de precipitação foram aproximadamente o dobro da média de 10 anos. Tais valores podem influenciar diretamente no funcionamento da BET, bem como no crescimento das bananeiras.

Considera-se, portanto, que houve um déficit hídrico no período, em que a precipitação foi menor que a evapotranspiração da região (EMBRAPA, 2012). A Figura 55 mostra os valores resultantes da subtração entre a precipitação e evapotranspiração potencial nos primeiros meses de implantação da BET.

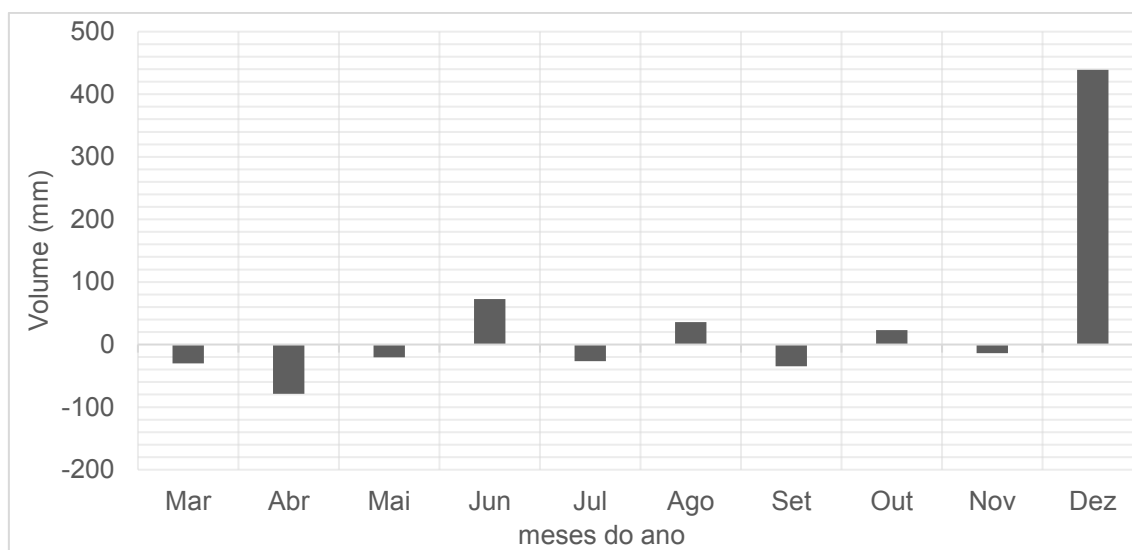


Figura 55 - Precipitação menos evapotranspiração em 2020. Dados: Simepar. Modelo utilizado: Penman-Monteith-FAO (2020).

Como apresentado no item 10.2.2, o nível de efluente da BET alcançou a camada de areia ao final do mês de maio. O período entre os meses de março e maio (período logo após o plantio das bananeiras) apresentou um déficit de

aproximadamente 130mm de água. Conclui-se que este foi um período crítico para as mudas plantadas, pois além da falta de chuva, as raízes das bananeiras não eram capazes de absorver a água do efluente de dentro da bacia.

Segundo Possídio (1986), a bananeira é altamente sensível ao déficit hídrico, necessitando de irrigação caso o acumulado mensal for inferior a 60mm, podendo afetar seu desenvolvimento vegetativo (EMBRAPA, 2012). Fato que valida o relato da Cacique no item 10.1 sobre o lento crescimento das mudas. Desta forma, para locais onde não há possibilidade de irrigação, como é o caso da aldeia, recomenda-se esperar o enchimento das primeiras camadas para o plantio, caso a construção da bacia seja finalizada em períodos que a precipitação é menor que a evapotranspiração. Historicamente, estes períodos compreendem os meses de janeiro, julho, agosto, outubro e dezembro, como pode ser observado na Figura 55.

A partir destas condições ambientais, foi avaliado o balanço hídrico proposto na metodologia para o período de operação a partir da 10ª semana, quando se pressupõe que o efluente atingiu o nível da camada de areia. Para isso, considerou-se constante o valor de entrada de efluente para a utilização de 4 pessoas e adotou-se o valor de 80%, um valor mais conservador, para a parcela da precipitação que infiltra no sistema. Com isso, propôs-se três diferentes cenários com os valores de consumo de água da cultura da bananeira diário (mm/dia): Cenário A ( $C=2\text{mm}$ ;  $i = 0,8$ ); Cenário B ( $C=4\text{mm}$ ;  $i=0,8$ ) e Cenário C ( $C=6\text{mm}$ ;  $i=0,8$ ), e os respectivos resultados de balanço hídrico estão apresentados na Figura 56.

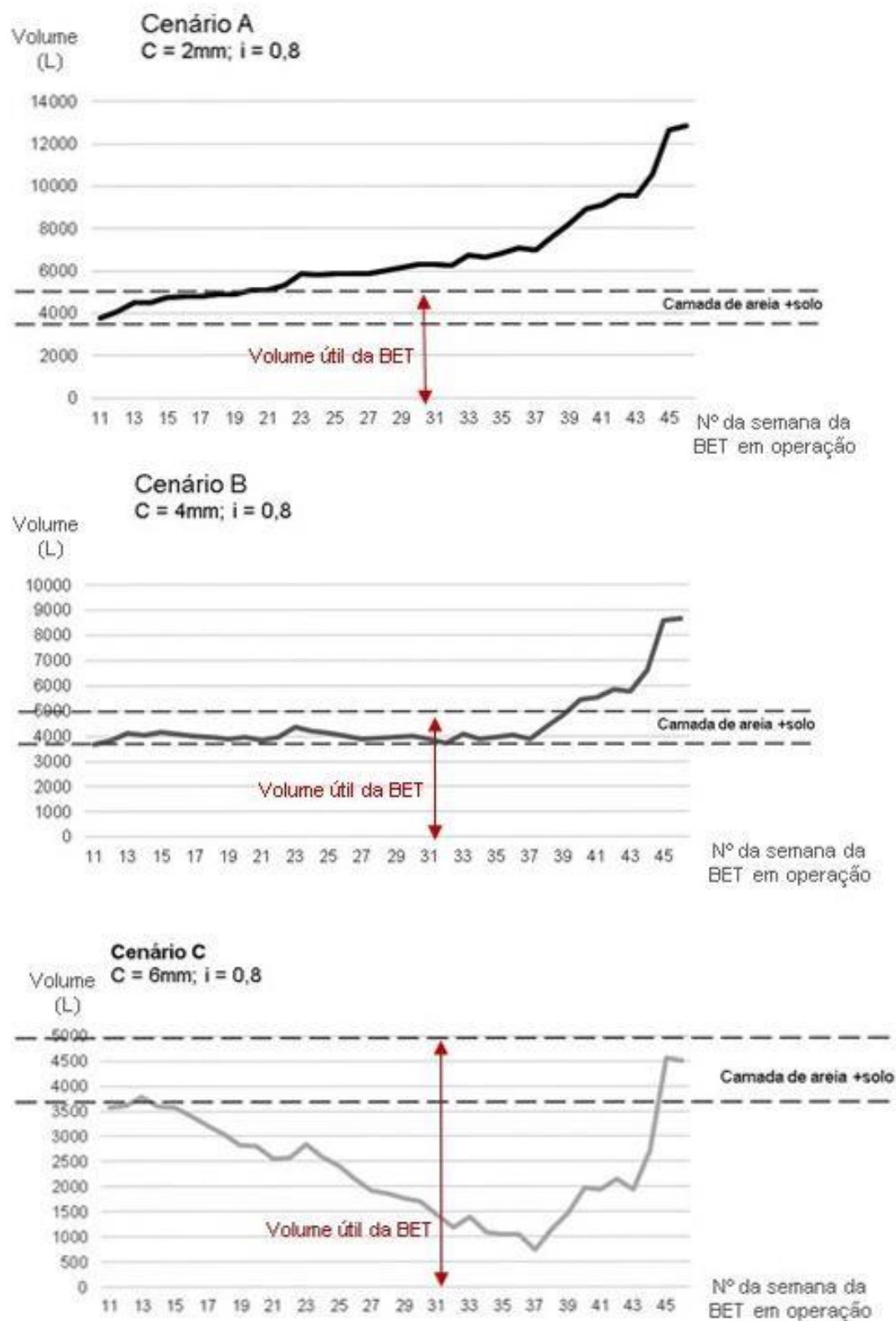


Figura 56 – Cenários A, B e C do balanço hídrico considerando os volumes de entrada e saída da BET entre as semanas 11 e 45.

Considerando o Cenário A, cenário mais conservador, observa-se pela Figura 56 que o efluente extravasaria na 20ª semana (julho de 2020), deixando de ser a partir deste momento um sistema fechado. Segundo Embrapa (2012), as bananeiras também são sensíveis ao excesso de água, devendo o solo ser drenado em até 2 horas. Desta forma, é muito importante que seja instalada a tubulação de drenagem para que em períodos de elevada precipitação, o excesso de água possa sair da BET.

O Cenário B, por sua vez, mostra na Figura 56 que o efluente extravasaria na 40ª semana (dezembro de 2020). Nesta situação, quando dentro da BET, o nível do efluente estaria entre as camadas de solo e areia. Como visto anteriormente, no mês de dezembro houve um volume considerável de precipitação, inclusive com valores significativamente acima da média histórica. No entanto, não foi relatado pela Cacique a situação de extravasamento. Ainda de acordo com a Figura 56, para o cenário C não haveria extravasamento, com o nível de efluente 91% do tempo entre as camadas de entulho e brita. Porém, nas 45ª e 46ª semanas (mês de janeiro) o nível permaneceria elevado, alcançando a camada de solo.

Os dados da Embrapa (2012) não consideram características regionais de forma detalhada, apenas classificam os valores a partir de dias “nublados e úmidos” e “ensolarados e secos”. Possídio (1986) relatou em estudo realizado na cidade de São Paulo que o consumo diário de água por bananeira tem uma média de 25,65L em dias de sol, 18,20L para dias semicobertos e 9,45L em dias encobertos. Bassoi e colaboradores (2001), por sua vez, encontrou valores que variaram entre 27 e 35L por planta em uma cultura em Petrolina (PE). Não há estudos sobre a demanda hídrica das bananeiras na região de Paranaguá, mas considerando que o clima do município é mais próximo ao da cidade de São Paulo que o de Petrolina, os valores de Possídio (1986) se aproximam mais da realidade estudada. Desta maneira, ao considerar o valor mais baixo encontrado por este autor ( $C = 9,45\text{L}/\text{dia.planta}$ ), já que Paranaguá tem um ambiente mais úmido que São Paulo, encontra-se que o valor de  $C$  é de 6,87mm, ao multiplicar  $C$  pelo número de bananeiras plantadas (6) e dividir pela área da bacia ( $8,25\text{m}^3$ ).

Possídio (1986) também afirma que as bananeiras são plantas reguladoras, ou seja, a transpiração é também controlada pela planta dependendo da disponibilidade hídrica do solo.



Estes cenários são simplificações do balanço hídrico que permitem simular o monitoramento de forma remota. Considerou-se inúmeras estimativas e, também, valores encontrados na literatura. No entanto, supõe-se que o nível do efluente se aproximou do cenário C, o que corrobora com o relato da Cacique.

É possível concluir, então, que o dimensionamento realizado na aldeia pode ser considerado adequado até o momento, pois não houve relato de extravasamento.

Contudo, é importante destacar que o dimensionamento é realizado a partir de valores médios das condições ambientais. O valor de  $2\text{m}^2/\text{pessoa}$  para a área superficial, utilizado empiricamente para dimensionamento de BET, só é ideal para a região de Paranaguá se utilizadas bacias sanitárias de volumes menores que 5 litros por descarga. Desta forma, se forem utilizadas bacias comuns (acima de 10L), esta relação deve ser o dobro para que o sistema não seja subdimensionado.

Desta forma, para esta região, indica-se a construção de um pós-tratamento, pois, como observado, existe um período do ano no qual as condições de precipitação estão consideravelmente acima da média prevista nos cálculos. O pós-tratamento pode ser realizado através de soluções simples e econômicas, como por exemplo o círculo de bananeiras, apresentado no item 3.3.4.2.2.

Por fim, destaca-se que a BET pode ser uma opção de tecnologia para outras aldeias guaranis do DSEI Litoral Sul, onde as condições meteorológicas e culturais são semelhantes àquelas deste estudo. Porém ainda devem ser quantificadas algumas variáveis para que o dimensionamento seja mais assertivo como: a contribuição diária do efluente por habitante guarani; a demanda hídrica das bananeiras para as condições climáticas da região; além de realizar o monitoramento do nível para fins de comparação aos valores das variáveis do balanço hídrico.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As comunidades observadas e discutidas por este trabalho têm grandes deficiências no acesso ao esgotamento sanitário (sem contar outras vertentes do saneamento básico, como a gestão e tratamento de resíduos sólidos não discutidos neste documento). A maioria dessas comunidades estão em zonas rurais sem aglomerações, próximos ou isolados (Código 8) do IBGE, onde indica-se a prioridade em soluções individuais, para as quais não são necessários investimentos altos para gerar uma melhoria na qualidade de vida dos moradores.

Identificou-se a Aldeia Mbya Guarani Tekoa Takuaty como a comunidade de maior deficiência de saneamento. A tecnologia de tratamento de efluentes selecionada para implantação no local foi definida de forma conjunta com a liderança da aldeia indígena, levando em consideração não apenas aspectos técnicos, mas também culturais do ambiente. Quanto ao processo de aproximação e construção da BET na Tekoa Takuaty, os cursos propostos pelo Projeto Bananheiros tiveram um impacto positivo para a troca de conhecimento e para o apoio na construção. Houve interesse tanto por parte da aldeia, quanto dos participantes, em realizar outras vivências com propósitos semelhantes, podendo concluir que iniciativas socioambientais podem ser uma opção para cobrir lacunas do poder público e garantir a participação e integração da comunidade e sociedade no processo de implantação de tecnologias, pois houve benefícios para ambos os lados.

As maiores dificuldades na construção foram a escavação do buraco e o trabalho de logística de transporte dos materiais até o local. Para próximas construções indica-se o uso de materiais mais acessíveis logisticamente para a impermeabilização da bacia, como as lonas, por exemplo. Mas, a realização da construção foi possível, porque houve interesse da liderança da comunidade, sendo este fator essencial para realizar qualquer projeto neste sentido em comunidades tradicionais. Tais locais são propícios para projetos de impacto socioambiental, de pesquisa e extensão em escala piloto de forma interdisciplinar, pois existe uma troca de conhecimentos de ambos os lados, sendo uma forma de respeitar e valorizar tais culturas normalmente invisibilizadas.

A construção da BET possibilitou a redução do déficit em esgotamento sanitário da aldeia, bem como melhorou a acessibilidade da anciã da Tekoa Takuaty às estruturas sanitárias, proporcionando uma melhoria na sua qualidade de vida e daqueles que utilizam este banheiro.

O dimensionamento realizado foi adequado para o período estudado, no entanto, deve-se esperar que em meses de elevadas taxas de precipitação, haja excedente de efluente no sistema. Desta forma, indica-se que seja construído um pós-tratamento para que efluente tratado seja encaminhado através do sistema de drenagem já instalado na BET.

Não foi possível acompanhar, de forma presencial, o período pós-implantação que corresponderia ao processo de gestão e monitoramento in loco da BET por conta das condições de isolamento social devido à pandemia mundial de Covid-19. E, embora todos os objetivos específicos tenham sido alcançados neste estudo, este trabalho foi finalizado com, ainda, muitos questionamentos. Portanto há um extenso trabalho a ser realizado nestas áreas de estudo, o que possibilita futuros trabalhos e pesquisas com tecnologias descentralizadas não convencionais nas comunidades tradicionais do litoral do Paraná.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos - NBR 7229**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 1993.
- ABNT. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação - NBR 13969**. Associação Brasileira de Normas Técnicas Rio de Janeiro. 1997.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.
- ALMEIDA et. al. **Nova cartografia social dos povos e comunidades tradicionais do Brasil. Pescadores Artesanais da Vila de Superagui, município Guaraqueçaba**. Paraná: Projeto Nova Cartografia Social Social da Amazônia. UEA Edições, 2010.
- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F. **Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol.13 nº.4 .Campina Grande. 2009
- ANDREOLI, C.V. (Coord.). **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**. PROSAB 5 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. ABES, 390 p. 2009.
- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association. 2012.
- Assis *et al.* **Prevalência de parasitos intestinais na comunidade indígena Maxakali, Minas Gerais, Brasil, 2009**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.29, n. 4, p.681-690, abr, 2013.
- Baião, I.; Machado, L.; Souza, T.;Silva, J.;Cotta, J. **Avaliação de um sistema de tratamento de efluente sanitário por evapotranspiração**. Research, Society and Development. 9(7): 1-18, 2020.
- BARBOSA, R. A. **Agricultura Tradicional Guarani**. Trabalho de Graduação (Licenciatura Intercultural Indígena do Sul da Mata Atlântica - Ênfase em Gestão Ambiental) - Departamento de História, Universidade Federal de Santa Catarina, Biguaçu, 2015.
- BELFORT, L.F.I. **A proteção dos conhecimentos tradicionais dos povos indígenas, em face da convenção sobre diversidade biológica**. 2006. 139 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BENJAMIN, A. M. **Bacia de evapotranspiração: tratamento de efluentes domésticos e produção de alimentos**. Dissertação (mestrado). UFLA: Lavras. 50 p. 2013.

- BERNARDES, R.S; BERNARDES, C. **Dívida sanitária e falta de acesso aos direitos humanos: acompanhamento da transformação social em comunidade ribeirinha na amazônia brasileira após intervenções em saneamento básico.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA). v.1. 2013.
- BNH. **Planasa: aplicações e resultados.** Rio de Janeiro, BNH, 1985.
- BORJA, P. C. **Panorama do saneamento básico no Brasil: análise situacional dos programas e ações federais.** Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. v. III.. Brasília, (DF) 2011. Disponível em: [https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA\\_Vol\\_3.pdf](https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA_Vol_3.pdf). Acesso em: 18 maio 2020.
- BOTTO, M.P. **Utilização da urina humana como biofertilizante para produção de alimentos e energia: caracterização, uso na agricultura e recuperação de nutrientes.** Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2013.
- BRAADBAART, O. **A transferência Norte-Sul do paradigma da água canalizada: O papel do setor público nos serviços de água e esgotos.** Política Pública e gestão de serviços de saneamento. Belo Horizonte: Editora UFMG. p.116-134.2013.
- BRANDELLI *et al.* **Intestinal parasitism and socio-environmental factors among Mbyá-Guarani indians,** Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Rev. Inst. Med. Trop, São Paulo, v.54, n.3, p 119-122, Mai/Jun, 2012.
- BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem.** São Paulo: Blucher, 2005.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Projeto de Lei 2.057/91. **Novo Estatuto Direito dos Povos Indígenas.** Brasília, DF. 1991
- BRASIL. Decreto nº 1.775, de 8 de janeiro de 1996. **Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas.** Brasília, DF. 1996.
- BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Brasília, DF. 2000.
- BRASIL. Decreto nº5.051, de 19 de abril de 2004. **Promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho – OIT sobre Povos Indígenas e Tribais.** Brasília, DF. 2004.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Brasília, DF: Brasil. 2007a

- BRASIL. Decreto nº6.040, de 07 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Brasília, DF. 2007b
- BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2013.
- BRASIL. **Revisão do Plano Nacional de Saneamento Básico: Consulta Pública**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2019.
- BRASIL. Projeto de Lei nº 1142, de 2020. **Dispõe sobre medidas de proteção social para prevenção do contágio e da disseminação da Covid-19 nos territórios indígenas**. Brasília, DF: Senado Federal, 2020a.
- BRASIL. Lei nº 14.021, de 7 de julho de 2020. **Dispõe sobre medidas de proteção social para prevenção do contágio e da disseminação da Covid-19 nos territórios indígenas**. Brasília, DF: Senado Federal, 2020b.
- BRIX, H. **Function of macrophytes in constructed wetlands**. Water Science and Technology, London, v. 29, n. 4, p. 71-78, 1994.
- Buco, T. F; Zadra, M; Vandresen, J.C. **Rede Puxirão dos Povos e Comunidades Tradicionais: Na Construção da Visibilidade Social e na Luta pelo Reconhecimento dos Territórios Tradicionalmente Ocupados**. *Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe)* Vol. 11 n.3. Setembro/Dezembro 2013.
- CAMARGO, Â. P.; CAMARGO, M. B. P. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial**. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 2, p. 125-137. 2000.
- CARVALHO, R.; LIMA, F; SILVA, R. **O programa Um Milhão de Cisternas (P1MC): uma alternativa de convivência com o semiárido na comunidade agreste de baixo – São Miguel/RN**. *Revista Caminhos de Geografia*. v.18.p 136-149. 2017.
- CARMO, M. R. **Território como estratégias de sobrevivência na comunidade de Amparo no município de Paranaguá – PR**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) - Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná. Matinhos. 2018.
- CARVALHO, D. F; SILVA, L. D. B. **Hidrologia: Escoamento Superficial**, 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>. Acesso: 11 de março de 2021.
- CASTRO, J. E. **Systemic conditions and public policy in the water and sanitation sector**. In: HELLER, Léo (Ed.). *Water and sanitation services: Public policy and management*, p. 19-37, Earthscan, 2009.
- CEV-PR. **Comissão Estadual da Verdade Teresa Urban. Relatório da Comissão da Verdade - PR Teresa Urban**. Paraná: 2014.

- CICCO, V. *et. al.* **Interceptação da chuva em ambiente de mata atlântica em clima tropical de altitude.** Revista Brasileira de Climatologia. Revista Caminhos de Geografia. v.24.p 89-107. 2019.
- Coelho, C. F.; Reinhardt, H.; Araújo, J. C. **Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil.** Eng Sanit Ambient | v.23 n.4 | jul/ago 2018 | 801-810. 2018.
- CONCEIÇÃO, M. A.F. **Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO.** Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical. Bento Gonçalves (RS). 2006 [circular técnica]
- COSTA, N. R. **Política Pública, Ambiente e Qualidade de Vida: Revisitando o PLANASA.** Revista Adm. Púb, Rio de Janeiro, v.25, n.2, p.31-99, abr./jun. 1991.
- COSTA, P.S.A. **Desenvolvimento de uma opção de saneamento rural para pequenos agricultores de Minas Gerais.** Trabalho de Graduação (Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ). 2014.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora.** Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro , v. 19, n. spe, p. 51-60, 2014 .
- CNI. **Burocracia e Entraves ao Setor de Saneamento.** 2015.
- CPT. **Conflitos no Campo: Brasil 2019.** Centro de Documentação Dom Tomás Balduino. CPT Nacional. Goiânia. 2020. Disponível em <https://www.cptnacional.org.br/component/jdownloads/send/41-conflitos-no-campo-brasil-publicacao/14195-conflitos-no-campo-brasil-2019-web?Itemid=0>. Acesso em 07 jul 2020.
- CRUZ, B. A. S. **Acesso à água na perspectiva dos direitos humanos: análise dos efeitos de uma intervenção do SISAR na comunidade de Cristais, Ceará.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019.
- DIAS, G.P. **Determinação do efeito de escala na porosidade de arenitos artificiais não consolidados e projeto de um porosímetro a gás para amostras com diferentes diâmetros.** Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008.
- EMATER/FBB. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Fundação Banco do Brasil. **Tecnologia social: Fossa Ecológica/Tevap.** 14 p. 2016.
- EMBRAPA. **Caracterização das Condições Sociais, Econômicas e Culturais da Comunidade Indígena Mbyá Guarani para o Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais na Ilha da Cotinga, Paranaguá, Paraná.** Comunicado Técnico. Colombo. 2006. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/292233/1/comtec169.pdf>. Acesso em: 11 de março de 2021.

EMBRAPA. **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Editores técnicos, Marcelo Bezerra Lima, Sebastião de Oliveira e Silva, Cláudia Fortes Ferreira. 2 Ed. rev. e ampl. – Brasília, DF. 2012. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101787/1/500perguntasbanana.pdf>. Acesso em: 19 dez 2019.

EMILIO, J.S. **Processo de formação e organização sociopolítica Kaingang do setor São João do Irapuá, Terra Indígena Guarita (RS)**. Trabalho de Graduação (Licenciatura Intercultural Indígena do Sul da Mata Atlântica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

ESCOBAR, A.L., COIMBRA, C.E., WELCH, J.R. et al. **Diarrhea and health inequity among Indigenous children in Brazil: results from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition**. BMC Public Health v .15, n. 191, 2015.

EXISTE ÁGUA EM SP. Disponível em: <https://existeaguaemsaopaulo.wordpress.com/>. Acesso em 23 jun 2020.

FEC UNICAMP. **Projeto Saneamento Rural**. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/>. Acesso em 23 jun 2020

FERREIRA, E.P.; PANTALEÃO, F.S. **Saneamento básico em comunidades quilombolas no Estado de Alagoas**. Revista Geotemas. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.6. 2016.

FIGUEIREDO, I. C.S. **Tratamento de esgoto na zona rural: diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, na Área de Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, SP. 2019.

FIOCRUZ. **A ciência a caminho da roça: imagens das expedições científicas do Instituto Oswaldo Cruz ao interior do Brasil entre 1911 e 1913**. Rio de Janeiro. 1991.

FGV/CERI. **Efetividade dos investimentos em saneamento no Brasil**. 2016. Disponível em [https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2018-10/39\\_efetividade-dos-investimentos-em-saneamento-no-brasil-25-09-2016.pdf](https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2018-10/39_efetividade-dos-investimentos-em-saneamento-no-brasil-25-09-2016.pdf). Acesso 03 abr 2020.

FONSECA, A. R. **Tecnologias sociais e ecológicas aplicadas ao tratamento de esgotos no Brasil**. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental, Escola Nacional de Saúde Pública. Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

FORTUNATO, J.S. **Plantas medicinais, práticas de auto atenção e os conflitos com a biomedicina entre os Kaingang do setor da bananeira, Terra Indígena da Guarita, Rio Grande do Sul**. Trabalho de Graduação (Licenciatura Intercultural Indígena do Sul da Mata Atlântica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.



- FUNAI. **Terras Indígenas**. 2020. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2020
- FUNASA. **Contextualização da Política de Saneamento Rural no Brasil**. 2006. Disponível em: [http://www.saude.gov.br/images/pdf/2016/agosto/16/Mesa3%20\\_Juliana\\_Zancul.pdf](http://www.saude.gov.br/images/pdf/2016/agosto/16/Mesa3%20_Juliana_Zancul.pdf)
- FUNASA/ASSEMAE. **Política e Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2014. Disponível em: [http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/politica\\_plano\\_municipal\\_saneamento\\_basico\\_2\\_ed.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/politica_plano_municipal_saneamento_basico_2_ed.pdf)
- FUNASA. Ministério de Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **CataloSan: Catálogo de soluções sustentáveis de saneamento - gestão de efluentes domésticos**. Brasília: Funasa. 50 p. Eds: Paulo, P.L.; Galbiati, A.F.; Magalhães, F.J.C. 2018.
- FUNASA. Ministério de Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa. 260 p. 2019.
- FURTADO, A.C; BEZERRA, I. **A natureza dos (e nos) faxinais: práticas de produção agroecológicas e consumo de alimentos saudáveis**. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre (RS). Universidade Federal do Paraná. 2013.
- GALIZONI, F. M. **Rural e ruralidades: reflexões para o Programa Nacional de Saneamento Rural**. Relatório técnico do projeto Estudos para concepção, formulação e gestão do Programa Nacional de Saneamento Rural. 2019.
- GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Dissertação (Mestrado em tecnologias ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Campo Grande, MS. 2009.
- GUARANI RETÃ. **Povos Guarani na fronteira Argentina, Brasil e Paraguai**. 2008. Disponível em: [https://pib.socioambiental.org/files/file/PIB\\_institucional/caderno\\_guarani\\_%20portugues.pdf](https://pib.socioambiental.org/files/file/PIB_institucional/caderno_guarani_%20portugues.pdf). Acesso em 23 mai 2020.
- GUARANY, V.M.M. **Direito territorial guarani e as unidades de conservação**. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Socioambiental) – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 2009.
- GUIMARÃES, E. R. **Avaliação do Tratamento de Efluentes Domésticos por Bacia de Evapotranspiração – Um Estudo de Caso de Aldeia Velha, Silva Jardim, RJ**. Trabalho de Graduação (Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019.
- GOMES, B.G.L. A. **Tratamento de esgoto de pequena comunidade utilizando tanque séptico, filtro anaeróbio e filtro de areia**. 2015. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Área de Saneamento e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

- GOMES, M.; GOMES, E; NONATO, R. **Cartografia das unidades de conservação e territórios dos povos tradicionais no Paraná**. Revista Franco-Brasileira de Geografia, v.27 2016.
- GRACIOSA et. al. **Metodologia para o Dimensionamento de Trincheiras de Infiltração para o Controle do Escoamento Superficial na Origem**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 13, n.2, p. 207-214. 2008.
- HAGINO, C. **Quebradeiras de coco babaçu: identidade, conflito sócio-ambiental e subsistência**. In: 31º Encontro anual da ANPOCS, 2007, CAXAMBU (MG). Universidade Federal Fluminense, 2007.
- IAP. **Técnicos do Meio Ambiente debatem sistema de esgoto para a Ilha do Mel**. 2016. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/2016/08/976/Tecnicos-do-Meio-Ambiente-debatem-sistema-de-esgoto-para-a-Ilha-do-Mel.html>. Acesso em 06 jul 2020.
- IBGE. **Os indígenas no Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: [https://indigenas.ibge.gov.br/images/indigenas/estudos/indigena\\_censo2010.pdf](https://indigenas.ibge.gov.br/images/indigenas/estudos/indigena_censo2010.pdf). Acesso em 15 mai 2020.
- IBGE. **Metodologia do censo demográfico 2010**. IBGE. - 2. Ed, 720 p. Rio de Janeiro. 2016. (Relatórios metodológicos, v. 41). Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95987.pdf>. Acesso em abr 2020.
- IFAL. **Pandemia e Povos indígenas: a visão da mulher Guarani na luta**. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=iFhHJFKGa\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=iFhHJFKGa_Y). Acesso em 06 jul 2020.
- ICMBio. **Plano de Gestão Ambiental da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba. 1995. Disponível em [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm\\_apa\\_guaraquecaba.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm_apa_guaraquecaba.pdf). Acesso em abr 2020.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim agroclimatológico mensal**. 2009. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO\\_MENSAL\\_200901.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_200901.pdf). Acesso em 10 dez 2019.
- INSTITUTO SISAR. Disponível em: <http://www.sisar.org.br/>. Acesso em 20 jun. 2020.
- IPAM. **Terras indígenas na Amazônia brasileira: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 2015. Disponível em [https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/terras\\_ind%C3%ADgenas\\_na\\_amaz%C3%B4nia\\_brasileira\\_.pdf](https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/terras_ind%C3%ADgenas_na_amaz%C3%B4nia_brasileira_.pdf). Acesso em 15 jun 2020.
- ISA. Instituto Socioambiental. **Mapa Guarani Continental**. 2016. Disponível em <https://www.socioambiental.org/pt-br/mapas/mapa-guarani-continental-2016>. Acesso em 10 jun 2020.

- ISA. Instituto Socioambiental. **Povos Indígenas no Brasil**. Disponível em [https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina\\_principal](https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina_principal). Acesso em 10 jan 2020.
- JENKINS, J. **The Humanure Handbook: A guide to composting human manure**. 3. ed. Grove City: Chelsea Green Publishing, 255 p. 2005.
- KÊGRANH, I.M. **O Serviço de Proteção ao Índio (SPI) na visão dos anciões e lideranças do povo Kaingang da Terra Indígena Inhacorá (São Valério do Sul, Rio Grande do Sul)**. Trabalho de Graduação (Licenciatura Intercultural Indígena do Sul da Mata Atlântica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.
- LEITE, G. C. T. **Do contato aos dias atuais – sete décadas de notícias sobre os Xetá de Serra dos Dourados**. Monografia de Graduação (Ciências Sociais) – Setor de Ciências Humanas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba (PR). 2017.
- LUCIANO, G. S. **O índio brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade - SECAD em parceria com o Museu Nacional, Laboratório de Pesquisas em Etnicidade, Cultura e Desenvolvimento - LACED, 227 p. 2006.
- MACHADO et. al. **Caminhos e cuidados com as águas: faça você mesmo seu sistema de saneamento ecológico**. OTTS. Fiocruz. 2019. Disponível em: <https://www.otss.org.br/livros>. Acesso em 10 dez 2019.
- MADRUGA, L.; SILVA, T. **A expressão do empreendedorismo socioambiental na gestão de bacias hidrográficas**. Revista de Gestão Ambiental.v.3, n.1. 2009.
- MMA. **Portal Ypadê**. Disponível em: <http://portalypade.mma.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- MARTINS, E.S.C.S. **Efeito do armazenamento sobre as características de urina e águas amarelas**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, 2016.
- MOURA, F.T.; FALAVIGNA, D.L.M.; MOTA, L.T.; TOLEDO, M.J.O. **Enteroparasite contamination in peridomiciliar soils of two indigenous territories, State of Paraná, southern Brazil**. Rev Panam Salud Publica. v.27, n.6, p 414–22. 2010.
- MOURA, E.A. **A coroa zinha da Ilha do Mel: territorialidade de uma comunidade tradicional de pescadores(as) artesanais na Ponta Oeste, Paranaguá – PR**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos (PR). 2016.
- MPPR. Ministério Público do Paraná. **Atuação do Núcleo de Promoção e Defesa dos Direitos dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Disponível

em: <http://www.direito.mppr.mp.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=60>. Acesso em: 13 jun 2020.

- MURTHA, N. *et al.* **Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil.** Ambient. soc, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 193-210, Set. 2015.
- NOVAES, A. P. *et al.* **Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica (Comunicado Técnico 46).** São Carlos: Embrapa. 2002.
- Oliveira Netto, A. P.; Guerra, L. R. M.; Silva, M. R. P.; Silva, R. F. ***Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar: o caso da fossa verde em comunidades rurais do alto sertão alagoano.*** Revista Produção e Desenvolvimento, v.1, n.3, p.103-113, set./dez., 2015.
- OLIVEIRA *et. al.* **Modelagem da vulnerabilidade dos povos indígenas no Brasil ao covid-19.** Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto Socioambiental. 2020 [nota técnica]
- ONU. **General Assembly. Resolution: The human right to water and sanitation (A/ RES/64/292).** UN, 2010.
- ONU. **Inequalities in sanitation and drinking water in Latin America and the Caribbean.** Paris, UNESCO. Paris. 2015.
- ONU. WWAP (UNESCO World Water Assessment Programme). **The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind.** Paris, UNESCO. Original cover design by Phoenix Design Aid. Printed by UNESCO, Paris. 2019.
- OTA, L.A.M. **Prospecções e aplicações para o saneamento seco no Brasil.** Trabalho de Graduação (Engenharia Ambiental) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista Rio Claro, 2018.
- PÁDUA, E. M. M. **Metodologia de pesquisa: abordagem teórico-prática.** 10ª edi. Ver. E atual. Campinas, SP. 2004.
- PACHECO, R.A.S. **Mobilização Guarani Kaiowá e Nhandéva e a (re) construção de territórios (1978-2003): novas perspectivas para o direito indígena.** Dourados, MS: UFMS, CPDO, 2004.
- PAMPLONA, S.; VENTURI, M. **Esgoto à flor da terra: sistema de evapotranspiração é solução simples, acessível e sustentável.** Permacultura Brasil: soluções ecológicas. Número 16. 2004.
- PARANÁ. Lei 17.425/2012 de 18 de dezembro de 2012. **Institui o Conselho Estadual de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná – CPICT/PR.** Curitiba. 2012
- PARANAGUÁ. Município de Paranaguá. **Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Paranaguá.** 2011.
- PDS Litoral. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná.** 2019.

- PEÇANHA, A M.M. **Fundação de Serviços de Saúde Pública – FSESP: um estudo de desenvolvimento institucional**. Dissertação (Mestrado) - Fundação F Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1976.
- PENA, J. L.; HELLER, L. **Saneamento e saúde indígena: uma avaliação na população Xakriabá, Minas Gerais**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 63-72, Mar. 2008.
- PEREIRA, R.S.G. 2019. **Interação ambiental como resistência e emancipação, com base no nhandereko (bien vivir) Mbya Guarani**. Dissertação (mestrado). Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2019.
- PIRES, F.J. **Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no Assentamento Rural Olga Benário-MG**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa- Viçosa, MG. 118p. 2012.
- Possídio, E.L. **Demanda de água na cultura da banana**. EMBRAPA-CPATSA. Documentos, nº 22. 36p. Petrolina – PE. 1986.
- PNSR EM CONSTRUÇÃO. Disponível em: <http://pnsr.desa.ufmg.br/>. Acesso em: 24 mai.2020.
- PROJETO AMBIENTAL. **Estudos técnicos para criação de Unidade de Conservação Municipal – Ilha da Cotinga**. Estudo Técnico. Paranaguá – PR. 2019. Disponível em: [https://www.paranagua.pr.gov.br/downloads/semma-area-verde/Estudos%20T%C3%A9cnicos%20-%20Cotinga\\_R14.pdf](https://www.paranagua.pr.gov.br/downloads/semma-area-verde/Estudos%20T%C3%A9cnicos%20-%20Cotinga_R14.pdf). Acesso em: 13 de março de 2021.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório do Desenvolvimento Humano: A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. 2006
- RAID, M. A. M. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte . 2017.
- RAMIRES, M.; MOLINA, S. M. G.; HANAZAKI, N. **Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca**. *Biotemas*, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 101-113, 2007.
- ONG REPORTER BRASIL. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- REZENDE, S. **O Saneamento no Brasil: evolução histórica e aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais**. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Meio Ambiente) – Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (BH), 2000.
- REZENDE, S.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 387 p.

- Rezende, D.C.V. **Tanque de Evapotranspiração no tratamento de esgoto sanitário em comunidades rurais.** Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. 2019.
- RIO GRANDE DO SUL. Portaria nº 68, de 2019. **Dispõe sobre os critérios para disposição final de efluentes líquidos sanitários e efluentes líquidos industriais em solo no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, 2019.
- RIGOTTI, J. I. R.; HADAD, R. PNSR: **A delimitação das áreas rurais brasileiras.** Relatório técnico do projeto Estudos para concepção, formulação e gestão do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). 2019.
- RODRIGUES JÚNIOR, H. A. **Sistema de tratamento de esgoto descentralizado por zonas de raízes, uma proposta para implantação para pousada na Ilha do Mel - PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- ROLAND, N. **O saneamento básico nas áreas rurais e comunidades tradicionais: análise do princípio da integralidade na atuação da Funasa.** I Congresso Internacional de Engenharia de Saúde Pública e de Saúde Ambiental. Belém, Pará. 2017.
- SANTOS, K; GARAVELLO, M. **Uma análise agroalimentar: o caso dos agricultores quilombolas da reserva de desenvolvimento sustentável quilombos Barra do Turvo – SP.** Revista do Desenvolvimento Regional, v. 21, nº 3, p. 196 - 216, set./dez. 2016.
- SEDEST/IAT. **Audiência Pública - Ilha do Mel.** Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=vRRmVFsQVRY>. Acesso em 16 jul 2020.
- SESAI. **Conheça a atuação do Departamento de Saneamento e Edificações de Saúde Indígena.** 2018. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KKOdrWbwb2M>. Acesso em 25 mai 2020.
- SESAI. Ministério da Saúde. **Secretaria Especial de Saúde Indígena.** Disponível em: <https://www.saude.gov.br/saude-indigena>. Acesso em 25 mai 2020.
- SEVERO, F. **XETÁ.** Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_aUyibtAlo](https://www.youtube.com/watch?v=_aUyibtAlo) (2011) Acesso em: 16 abr. 2020.
- SHIRAISHI, J.N. **Direito dos povos e das comunidades tradicionais no Brasil: declarações, convenções internacionais e dispositivos jurídicos definidores de uma política nacional.** UEA Edições, Manaus. 2007.
- SILVA, S. C. **Wetlands construídos de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos.** Tese

(Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

- SILVA, A. G. **Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2017.
- SILVA, E. C. A. **Povos indígenas e o direito à terra na realidade brasileira**. Serv. Soc. Soc. São Paulo, n. 133, p. 480-500, Dez. 2018.
- SILVA, J.A.A. **Práticas e estruturas sanitárias na aldeia Halataikwa, Terra Indígena Enawene-Nawe/MT**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG). 2018.
- SILVA, R.T.; FERNANDES, V.C. **Guardiães da Biodiversidade: a realidade das quebradeiras de coco babaçu no Piauí**. Revista Ciência Trópico. Recife, v.37. 2013.
- SILVA; LIMA; SPINOLA. **Saneamento básico e doenças de veiculação hídrica: um estudo da comunidade quilombola de Remanso, Lençóis (BA)**. Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos. v. 6. Goiânia. 2020.
- SILVEIRA, A. B. G. **Estratégias para a universalização do saneamento rural: um estudo baseado em experiências internacionais**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Brasília, 2013.
- SNIS. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2018**. Brasília: Ministério das Cidades, 2019.
- SNSA/MCidades. **Panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil**. Programa Interáguas, Brasília. 2017. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/panorama-dos-pmbs/panorama-completo.pdf>. Acesso em 05 abr 2020.
- SOUZA, F.P; MONTYSUMA, M.F.F. **Indicadores socioambientais dos pescadores da Lagoa de Cima e da Vila de Marsaxlokk**. Revista Ambiente & Sociedade. v. 22, São Paulo. 2019.
- TEIXEIRA, C. C. **A produção política da repulsa e os manejos da diversidade na saúde indígena brasileira**. Revista de Antropologia/USP, v. 55 nº 2, 2012.
- TELLES, D. H. Q.; GÂNDARA, J. M. G. **Impactos socioculturais no processo de turistificação da Vila de Encantadas, Ilha do Mel, Paraná, Brasil**. Rev. Turismo & Sociedade. Curitiba, v. 5, n.1, p. 183-208, abr 2012.

- TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções.** Campinas, SP. Biblioteca/Unicamp. 153 p. 2018.
- TRATA BRASIL. **Relatório - 7 anos de Acompanhamento do PAC SANEAMENTO – 2009 – 2015.** Elaborado por: Enga. Laura Marcellini. 2016 [relatório técnico].
- TRATA BRASIL. **Webinar "Saneamento rural e as perspectivas para a próxima década".** Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_GCQv5MEDrA&t=5145s](https://www.youtube.com/watch?v=_GCQv5MEDrA&t=5145s). Acesso em: 27. Mai. 2020a
- TRATA BRASIL. **Instituto Trata Brasil.** Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/>. Acesso em 02 mar 2020b.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 3ª Edição. Editora UFMG, Belo Horizonte. 470 p. 2005.
- UNICEF/WHO. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities.** 2019.
- VETTER, D. M. **A evolução das condições de saneamento básico na população urbana durante a década de 70: uma análise preliminar.** Revista Brasileira de Estatística, v. 44, n. 173/174, p. 181-198, 1983.
- VIVENCIA NA ALDEIA. Disponível em: <http://vivenciaaaldeia.org/>. Acesso em 23 jun 2020.
- WILKEN, Paulo. S. **Engenharia de Drenagem Superficial.** Edição do autor. São Paulo: CETESB, 1978.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource.** Paris, UNESCO. 2017.



**APÊNDICE 1 – Questionário sobre abastecimento de água e esgotamento sanitário aplicado em cinco comunidades rurais insulares de Paranaguá**

---

Data da entrevista: \_\_\_\_\_ Local da entrevista: \_\_\_\_\_

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Contato (opcional): \_\_\_\_\_

**Antes de iniciar a entrevista:**

**Pesquisadoras\*:** “Olá, somos estudantes da Universidade Federal do Paraná e estamos fazendo uma pesquisa sobre a situação do saneamento nas ilhas de Paranaguá, o (a) senhor (a) senhora gostaria de participar de uma entrevista, leva aproximadamente 15 minutos?”

**\*Esta pesquisa foi realizada junto com aluna de graduação da Engenharia Ambiental que estudou a percepção ambiental dos moradores quanto ao saneamento, bem como a efetividade dos programas ambientais relativos aos resíduos sólidos na região, no entanto as perguntas abaixo são relativas apenas a presente pesquisa.**

**Você é morador de (nome da comunidade)?**

*(Objetivo da pergunta: o questionário será destinado apenas aos moradores das comunidades, desta forma, excluem-se os veranistas do processo).*

( ) Sim, Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ ( ) Não

**Quantas pessoas moram na sua residência?**

*(Objetivo da pergunta: quantificar o tamanho da amostra. As respostas a seguir serão consideradas a mesma para todas as pessoas que moram no mesmo domicílio).*

1 ( )      2 ( )      3 ( )      4 ( )      mais de 4 ( ) quantas? \_\_\_\_

## PERGUNTAS RELATIVAS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

### De onde vem a sua água?

*(Objetivo da pergunta: descobrir se tem algum domicílio que não recebe água encanada)*

- ( ) Rede (Encanada)      ( ) Poço      ( ) Cisterna (água da chuva)  
( ) Rio      ( ) Não sei

### Você acha que a qualidade da água que chega à sua casa é boa?

*(Objetivo da pergunta: O ideal seria a realização de análises de potabilidade para saber a qualidade da água. Como não foi possível, neste caso, optou-se pela opinião do consumidor para a discussão da qualidade da água)*

- ( ) Sim      ( ) Não      ( ) Não sei

### Já houve falta de abastecimento de água na sua comunidade? Quando?

*(Objetivo da pergunta: descobrir se o sistema tem intermitências recorrentes)*

- ( ) Sim Quando? \_\_\_\_\_  
( ) Não      ( ) Não sei

## PERGUNTA RELATIVA ÀS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

### Onde é o seu banheiro? Como ele é?

*(Objetivo da pergunta: descobrir se o domicílio possui banheiro, como ele é e sua localização na residência).*

- ( ) Dentro de casa      ( ) Fora de casa  
( ) Com vaso sanitário      ( ) Fossa Seca

## PERGUNTAS RELATIVAS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### Para onde vai o seu esgoto doméstico?

*(Objetivo da pergunta: descobrir se o domicílio possui tratamento adequado quanto às águas sanitárias).*

- ( ) Rede de esgoto
- ( ) Fossa séptica (Fossa + \_\_\_\_\_)
- ( ) Fossa Rudimentar
- ( ) Vala, Rio ou Mar
- ( ) Não sei

### Quando chove, seu terreno alaga?

*(Objetivo da pergunta: como são áreas de elevados índices pluviométricos na maior parte do ano, essa pergunta tem como objetivo saber se o terreno, onde está instalada a fossa, alaga quando chove)*

Sim ( )      Não ( )      Não sei ( )

### Na sua cozinha tem caixa de gordura?

*(Objetivo da pergunta: em residências que utilizam fossa, as águas cinza – cozinha, tanque e chuveiro – não devem ir para a fossa, são conectadas direto no sumidouro ou lançadas direto na rede pluvial. No entanto, o efluente da cozinha deve passar, normalmente por uma caixa de gordura)*

Sim ( )      Não ( )      Não sei ( )

**APÊNDICE 2** – Roteiro de entrevista sobre os cursos do Projeto Bananheiros realizados na aldeia Tekoa Takuaty

**Pesquisadora:** Cacique Juliana, você permite que eu grave esta entrevista para que as respostas sejam transcritas com fidelidade posteriormente para serem publicadas na minha dissertação?

- 1) Qual é o nome do sistema tratamento implantado?
- 2) Como ele funciona?
- 3) Você acha que é fácil de manter?
- 4) O que vocês acharam dos cursos/mutirões para a construção?
- 5) Como foi para você receber tantas pessoas na sua aldeia?
- 6) O que você acha da participação dos juruas (não indígenas) no processo de construção?
- 7) Os recursos arrecadados auxiliaram a aldeia?



**APÊNDICE 3** – Questionário elaborado para os participantes dos cursos do Projeto Bananheiros

Nome (opcional): apenas para controle

Profissão/Curso (se estudante): \_\_\_\_\_

- 1) Você fez qual curso do Projeto Bananheiros? Teórico (Dez 2019) ( ☐ ) Prático (março 2020) ( ☐ )
- 2) Você já havia conhecido uma aldeia indígena antes do curso realizado na Tekoa Takuaty da Ilha da Cotinga? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 3) Existem sete aldeias indígenas no litoral do Paraná e três nas Região de Curitiba, você sabia da forte presença indígena nesta região? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 4) Conhecia a situação do saneamento nas aldeias? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 5) Por que você decidiu ir a esta vivência? O que você buscava?
- 6) Relate um pouco da sua experiência? O que você encontrou/aprendeu?
- 7) Depois de conhecer a realidade de uma aldeia, você apoiaria outros projetos/mutirões de saneamento nas aldeias? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 8) Você faria um novo investimento em uma vivência (sabendo que o projeto não tem fins lucrativos, ou seja, o valor é revertido no próprio projeto ou destinado diretamente à aldeia)? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 9) Você tem interesse em saber mais sobre a cultura indígena? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )
- 10) Caso afirmativo, a vivência aumentou este interesse? Sim ( ☐ ) Não ( ☐ )

## APÊNDICE 4 – Ofício enviado à SESAI

	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL - PPGEA</p>	
---	---	---

### Ofício para solicitação de informações

Através do presente Ofício, Luiza Natalino (brasileira, solteira, estudante, CPF 047.076;709-03, RG 9.757.166-0) e Ana Flavia Locateli Godoi (brasileira, casada, professora, CPF 175.399.688-00, RG 19.605.789-9), na qualidade de aluna e orientadora, solicitamos para fins acadêmicos as seguintes informações do Distrito Sanitário Litoral Sul, unidade descentralizada da Secretaria de Saúde Indígena.

- 1) O DSEI Litoral Sul é responsável por quantas aldeias e onde elas estão localizadas?
- 2) Qual é a situação do saneamento em cada uma dessas aldeias? Existem essas informações em algum relatório que possa ser divulgado?
- 3) É possível ter acesso ao o SISABI (Sistema de Informação de Saneamento em Áreas Indígenas)?
- 4) Quais são as ações da SESAI quanto ao abastecimento de água e esgotamento sanitário nas aldeias? Existe, como na saúde, a atenção diferenciada no saneamento?
- 5) Por que existem tantas aldeias sem acesso ao saneamento?
- 6) Quais são as maiores dificuldades/barreiras que a SESAI enfrenta para suprir as necessidades?
- 6) O DSEI Litoral Sul terá participação no Subprograma Nacional de Saneamento Indígena?

Comprometemo-nos a utilizar os dados e informações a que tivermos acesso, para fins estritamente científicos, não os repassando, em hipótese alguma, a quaisquer pessoas, sejam físicas ou jurídicas.

Curitiba – PR, 06 de fevereiro de 2020

*Luiza Natalino*

Nome: Luiza Natalino

*Ana Flavia L. Godoi*  
Prof.ª Ana Flavia L. Godoi  
Docente de Engenharia Ambiental  
Universidade Federal do Paraná  
Matrícula: 200495

Nome: Ana Flavia Locateli Godoi

## **APÊNDICE 5 – Roteiro de entrevista sobre o processo de implementação da tecnologia**

**Pesquisadora:** Cacique Juliana, você permite que eu grave esta entrevista para que as respostas sejam transcritas com fidelidade posteriormente para serem publicadas na minha dissertação?

- 1) A BET sistema já apresentou algum problema? Mau cheiro, entupimento?
- 2) Foi fácil de construir?
- 3) Qualquer pessoa pode construir?
- 4) Vocês indicariam para outras aldeias?
- 5) Qual é a importância do tratamento de esgoto nas aldeias?
- 6) O que você acha da presença de estudantes universitários na aldeia? Como que você a Universidade poderia contribuir com o saneamento nas aldeias?

## **APÊNDICE 6 – Respostas das perguntas abertas dos participantes dos cursos**

### **Por que você decidiu ir a esta vivência? O que você buscava?**

**R1:** *Busca de conhecimento sustentável e desenvolvimento humano.*

**R2:** *Trabalhar com saneamento em áreas remotas e com populações em situação de vulnerabilidade sanitária era um sonho que não consegui realizar na graduação nem no mestrado - o que me levou a um certo desencanto com a minha formação. Nesta vivência vi uma oportunidade de realizar o que eu tanto desejei, e também aprender sobre coisas que muito me interessam.*

**R3:** *Conhecer a realidade dos indígenas e o local onde vivem.*

**R4:** *Aprender e somar*

**R5:** *Buscava conhecer outras realidades, me conectar com os povos originários, praticar voluntariado em bioconstrução e conhecer pessoas de bem :)*

**R6:** *Conhecimento, experiência e sociabilidade*

**R7:** *Aprender coisas novas*

**R8:** *Desenvolvi dois anos de pesquisa em bioarquitetura e fui principalmente por conta do curso na área. Além do fato de ter a oportunidade de conhecer uma aldeia indígena.*

**R9:** *Sempre gostei de “serviços voluntários” e faço desde a graduação! Admito que a primeira vez que comecei a fazer era pensando em ajudar aos outros, mas com os anos e a experiência quem mais saiu/sai ganhando e aprendendo coisas novas fui/sou eu. Se eu vejo algo voluntário, alguém pedindo ajuda e eu tenho condições já estou indo e foi isso que aconteceu com a vivência. Na vivência a aldeia precisava arrecadar dinheiro para terminar o projeto e precisavam de força braçal para concluir, eu poderia ajudar com os dois. O que eu buscava? Sinceramente, fui sem buscar nada e foi a melhor coisa que aconteceu, ir sem expectativas fez com que cada pequeno acontecimento se transformasse em algo único, de aprendizado, de superação, de alegria...*

**R10:** *Sempre tive interesse no saneamento ecológico, sei de sua importância e iniciei meu TCC sobre o assunto lá em 2015, colocar em prática o que sabia na teoria e ainda vivenciar alguma dias em uma aldeia, conhecendo mais sobre a cultura indígena só acrescentou positivamente a experiência.*



**R11:** *Decidi ir para apoiar o projeto, que venho acompanhando de perto desde seu nascimento. Mas pessoalmente, nunca tinha tido um contato próximo com uma Aldeia indígena, e vi no curso uma ótima oportunidade de conhecer, me aproximar e ajudar.*

**R12:** *Conhecer um pouco sobre o funcionamento de uma aldeia indígena tradicional, apoiar uma causa importante para o saneamento da comunidade, fazer um curso e ter uma experiência única.*

**R13:** *Já estava acompanhando o projeto da Lu há algum tempo pelas redes sociais e achei que seria uma ótima oportunidade para conhecer a cultura indígena e criar esse contato com as comunidades da região. E ao mesmo tempo poder contribuir de alguma forma para melhorar as condições da aldeia.*

**R14:** *Experiência prática com saneamento e conhecer a ilha da cotinga.*

**R15:** *Realizar um sonho de melhorar a infraestrutura ecológica primeiramente para promover o turismo de base comunitária de forma mais sustentável*

**R16:** *Quando a professora ana flavia comentou sobre o projeto, eu fui com o intuito de ajudar na construção e na finalização do projeto, além de poder ter contato com uma aldeia indígena regional e conhecer mais sobre a proposta de saneamento alternativo e de custo menor para uma aldeia de difícil acesso. Sem contar que ajudar o próximo é sempre bom e vale a pena :)*

**R17:** *Porque conheci pouco tempo antes a existência e a realidade das aldeias no Paraná, quis ajudar e me aproximar deles.*

**R18:** *Primeiramente a vivência dentro da Aldeia, estar com os indígenas e conhecer a cultura/modo de vida... contribuir com a minha energia na casa de reza, espaço tão sagrado. Aprender com eles. E também aprender a fazer a BET.*

**R19:** *Eu sabia da presença das aldeias há pouquíssimo tempo, tinha conhecido um pouco o trabalho da Kerexu como educadora, buscava conhecer melhor a vivência dos indígenas daqui da região, e ocupar meu tempo com algum trabalho que fizesse sentido pra mim.*

**R20:** *Porque eu sempre admirei muito ver o que a Lu postava/falava sobre e me deu muita curiosidade, vontade de fazer algo a respeito também*

**R21:** *Participei principalmente em apoio à minha aluna, responsável pela vivência. Mas tinha muita vontade de ajudar e de colaborar com a ação. Além de conhecer mais sobre a cultura indígena*

**R22:** *Praticar saneamento ecológica e apoiar os povos indígenas*

**R23:** *para aprender não só a parte técnica, mas para ter a vivência cultural.*

**R24:** *Fui para tomar maior consciência de nosso impacto ecológico do saneamento e pela amizade.*

**R25:** *Buscava contato com a bioconstrução e com o saberes indígenas. No entanto, o que recebi foi muito maior. Após essa vivência entendi que esse contato abriu alguns leques na minha vida, e hoje busco me aprimorar mais sobre as aldeias e estar cada vez mais perto.*

**R26:** *Contato com a aldeia e cultura Guarani e para tentar reproduzir o projeto de esgoto ecológico em minha residência*

**R27:** *Além do tanque de Evapotranspiração também ser algo que me interessa muito, sendo inclusive tema do meu TCC, ter uma vivência de modo mais intenso em uma aldeia também é algo que me atraiu muito, pois eu sentia necessidade disso, e conhecer a Ilha da Cotinga também era uma vontade minha desde que fiz um trabalho na faculdade sobre o local. Então eu buscava ter um conhecimento técnico-prático sobre a tecnologia utilizada, buscava aprender mais sobre algumas dinâmicas indígenas cotidianas e também conhecer a Ilha da Cotinga*

**R28:** *Aprender mais sobre permacultura e a construir na prática uma bacia de evotranspiração (BET). Também ter a oportunidade de uma imersão dentro de uma aldeia Guarani.*

**R29:** *A princípio fui para apoiar e acompanhar minha namorada, mas acredito que conhecimento e visão de mundo são indispensáveis para uma vida sustentável e coerente, portanto, fui aberto para conhecer mais da cultura indígena e quebrar paradigmas, aproveitando também para descobrir como eram as casas, estruturas e organização da comunidade, como parte de uma curiosidade vinda da minha formação em arquitetura e urbanismo.*

**Relate um pouco da sua experiência? O que você encontrou/aprendeu?**

**R1:** *O curso dos banheiros foi fundamental para nossa inserção de fato em um mundo mais sustentável, podendo aplicar esse conhecimento em nossa casa na área rural e usar de fato esse conhecimento, o aprendizado humano com os indígenas foi incrível, muito enriquecedor, principalmente de como chegar, como falar e até olhar para eles, seu modo de vida inspira pela gratidão por todos os benefícios que a natureza oferece, nos fazendo repensar nossas ações e aumentando ainda mais*

a vontade de ajudar e nos fazendo sentir parte da aldeia, nos preenchendo esse vazio que o sistema deixa nos distanciando de nossas raízes, foi incrível e faria novamente com certeza.

**R2:** A experiência foi encantadora. Além de aprender sobre uma maravilhosa solução alternativa de saneamento - a BET <3 - e bioconstrução, também pude conviver com pessoas com histórias de vida totalmente diversas da minha, e aprender um pouco sobre os indígenas. Este último ponto foi, sem dúvida, aquele que mais mexeu comigo e o que mais tem reverberado na minha vida pós-Tekoa Takuaty. Conhecer a aldeia, sua história, a Cacique Juliana Kerexu (extraordinária), sua família, a comida (divina), a relação entre os indígenas e deles com o meio ambiente... isso mudou a minha forma de enxergar várias coisas relativas aos povos originários, e também fez crescer meu interesse por sua causa e tudo que a envolve. Sou muito grata por ter participado dessa vivência, e sou uma pessoa melhor hoje em virtude disso.

**R3:** Apreendi sobre as propostas de saneamento, aspectos da cultura Guarani e os dilemas em que eles vivem.

**R4:** (não respondeu)

**R5:** Foi incrível! Passei uma semana na aldeia ajudando a execução da impermeabilização da BET e o transporte de materiais, como os pneus, tijolos, etc. Foi muito bom reunir forças por uma causa maior. A comunidade da aldeia foi muito receptiva e me senti em casa durante a semana toda. No fim de semana do mutirão, foi grandioso ver tantas pessoas reunidas e toda a conexão que esse movimento gerou. Apreendi muito sobre a cultura Mbya Guarani, bacias de evapotranspiração, vida em comunidade, realidades dos povos indígenas no Brasil e reunião de pessoas.

**R6:** Encontrei um mundo antes desconhecido por mim, fui justamente atrás de aspectos históricos e sociais, e foi justamente isso que encontrei. O trabalho foi muito bem planejado e executado.

**R7:** Apreendi um conceito novo que ajuda o medio ambiente (já conhecia aldeia)

**R8:** Foi incrível! Conheci pessoas maravilhosas e que acompanho o trabalho até hoje. O local é mágico, falta palavras pra descrever como cada detalhe – cada pessoa, plantinha, animal – te preenche e mostra que a vida faz sentido. O curso de bioarquitetura foi uma experiência intensa, a sensação de finalmente colocar a mão na massa depois de passar tanto tempo estudando sobre algo, é reconfortante! Ainda mais quando a intenção é coletiva e o objetivo é muito maior. Ajudar a

*construir a Opy me marcou e vou levar pra sempre essa lembrança com muito carinho. Além disso, aprender como o saneamento básico, que algo tão comum no nosso dia a dia na cidade, não é uma realidade dos indígenas. E como algo tão simples, um direito humano, é privado dessa parte da população. Sem dúvidas o projeto da Luiza é de extrema importância e precisa ser levado para outras aldeias!*

**R9:** *Essa frase eu repeti para vários amigos, foi a primeira vez que acampeei e odiei, mas se for para acampar e participar de uma vivência igual a que participei eu acampo mil vezes (mas se alguém me chamar para acampar na Ilha do Mel por exemplo, esqueça porque vou ficar em uma pousada)! Fiz essa comparação para relatar um pouco de como foi transformador estar na aldeia, seja pelo fato de ajudar ou pelo fato de estar com os indígenas (meu deus que pessoas maravilhosas, acolhedoras, sempre sorrindo, a energia na aldeia é sem igual). Aprendi um pouco como eles vivem, sua cultura, e também como valorizar coisas simples que temos em casa, como tomar banho com água quente, ter energia elétrica para tudo, ter saneamento básico, etc!*

**R10:** *Encontrei pessoas legais, me deparei com uma realidade muito, muito diferente da minha e fora da minha bolha social. Aprendi um pouco sobre a cultura guarani. Na prática, vi como é necessário dedicação e muita força de vontade pra colocar em prática um projeto como esse que exige fisicamente e nos tira da zona de conforto de certa forma, e que a união de pessoas empenhadas ajuda a realizar sonhos.*

**R11:** *Primeiramente, o acesso a Aldeia é uma experiência muito rica, pois passamos por vários cenários e camadas culturais: saímos de um contexto histórico do centro de Paranaguá, passamos na frente do porto e depósitos de containers para depois chegar no acesso a ilha, super discreto e adentrar numa trilha de mata nativa super íngreme. Antes de chegar na aldeia, o aprendizado já era gigante, e só ali já imaginei o quanto deve ter sido difícil a chegada dos materiais para a oficina, e o quais seriam outras dificuldades do cotidiano para a população indígena residente. Além disso, conhecer os elementos das aldeias, as casas, distâncias, a dinâmica, foi um processo rico por lembrar que existem outras formas de organização de vida. Encontrei um ambiente super acolhedor, simples e um espírito de coletividade e ajuda muito importante, tanto dos moradores quanto dos participantes. Uma cena simples e marcante foi quando, no meio do processo da construção da BET, acabei me machucando por um descuido e a cacique de*

*prontidão me ajudou com a ferida utilizando uma parte da flor de bananeira, que em instantes cicatrizou. Achei muito potente como para ela, o remédio pode estar por todo lado, ao nosso alcance. Quanto a experiência da construção da fossa, a oficina prática foi super importante para poder visualizar de forma didática como funciona esse sistema, e ainda tive contato pela primeira vez com encanamento de esgoto. (já conhecia aldeia)*

**R12:** *Um lugar muito bonito, uma acolhida maravilhosa e integrativa, momentos especiais a beira da fogueira, na praia e nos encontros com os indígenas e os demais visitantes. Aprendi um pouco mais sobre o saneamento rural e em comunidades isoladas, sobre seu abastecimento de água e como são destinados resíduos e efluentes, antigamente através de fossas e queimadas, e sobre a alternativa ecológica dos banheiros. Fazer as refeições com as pessoas da aldeia e participar do dia a dia da cacique e da comunidade foi um experiência ímpar. As refeições com alimentos tradicionais me permitiram desmistificar a alimentação e ver as casas e construções em madeira, sapê e bambu perceber como pode ser uma construção integrada com a natureza. Percebi que ainda existem limitações e questões simples que precisam ser regularizadas para todos como o acesso a banheiros integrados com sua realidade e a necessidade de integrar o essencial, como água corrente e pias, à realidade de poucos recursos de infraestrutura. Mas vi que vontade de mudar e boas iniciativas podem fazer projetos como o banheiros e muitos outros prosperar.*

**R13:** *Ter esse contato com cultura indígena e conhecer a realidade dessas comunidades me fez perceber o quanto a gente tem acesso a tudo e o quanto a nossa vida é fácil comparada aos desafios que os povos indígenas enfrentam. E o mínimo que eles merecem é o nosso respeito pela força que a cultura deles tem e o conhecimento que poderiam compartilhar. Além disso, o poder público não faz o suficiente para que essas comunidades tenham condições de vida dignas. E a Tekoa Takuaty tem uma força e energia representadas pela cacique Ju que são contagiantes e nos transformam.*

**R14:** *Explicação do tratamento de forma didática, além de ter convivência com os povos originários.*

**R15:** *Aprendi muito sobre a bioconstrução a moda indígena na casa de rezo. E sobre o processo de construção do banheiro ecológico. (já conhecia aldeia)*

**R16:** *Eu aprendi como funciona e como é e como funciona, na prática, uma bacia de evapotranspiração. Nunca havia ouvido falar desse sistema até então. Foi top. Além disso, pude ter uma pequena dose de como funciona a construção de uma casa (no caso, a casa de reza) feita em pau a pique. Um conhecimento passado ao longo dos anos pelas culturas indígenas, e que certamente tem um valor enorme, sem contar as pessoas incríveis que pude conhecer no fds, tanto da aldeia como as de fora.*

**R17:** *Encontrei pessoas muito inteligentes e receptivas, dispostas a nos ensinar sobre seu modo de viver e conviver. Tanto as pessoas do projeto quando da aldeia me ensinaram muito sobre humildade, força de vontade, esperança e solidariedade. (já conhecia aldeia)*

**R18:** *Estar dentro da Aldeia foi um experiência incrível, estar junto dos indígenas, com pessoas de bom coração que estavam lá para aprender. O conhecimento que a Luiza nos passou sobre o saneamento ecológico me fez optar por construir uma bet na minha casa. Foi uma oportunidade única. (já conhecia aldeia)*

**R19:** *Além do trabalho cooperativo, das técnicas de construção da bet e da casa de barro, aprendi sobre a culinária, os hábitos, a linguagem, filosofias e simbologias da cultura guarani, sobre sua religiosidade, sua arquitetura e modo de viver... é até difícil mensurar. A família da Tekoa Takuaty é maravilhosa, estar com eles foi lembrar de coisas essencialmente importantes na vida... pessoas muito sábias, alegres e humildes. (já conhecia aldeia)*

**R20:** *Foi muito gostoso, todos super solícitos e acolhedores. Momentos junto a pessoas especiais e com a natureza, uma experiência única!*

**R21:** *Foi uma experiência única, sem igual. Saí totalmente da minha zona de conforto, mas faria tudo de novo. A sensação de fazer parte dessa ação maravilhosa me ensinou muito sobre empatia e desprendimento. Colocar a mão na massa e sentir na pele um pouco da realidade da aldeia foi incrível.*

**R22:** *Foi um prazer conviver com a cultura e entender mais dela além dos estereótipos e do romantismo. Além de ter entendido o processo e quais os desafios ao executar uma bacia de evapo transpiração (já conhecia aldeia)*

**R23:** *aprendi como funciona uma cultura diferente da minha, que existem diferentes formas de se levar. principalmente uma cultura tão brasileira, já que vivemos num mundo tão influenciado por países e culturas externas e acabamos esquecendo da nossa.*

**R24:** *Aprendi sobre diferentes tipos de águas que produzimos como resíduo, formas de tratá-las, como fossas e tratamentos com plantas etc. (já conhecia aldeia)*

**R25:** *Aprendi um pouco sobre a realidade das aldeias indígenas, e em específico da tekoa takuaty. Encontrei uma nova paixão pela bioconstrução.*

**R26:** *O curso foi bem completo aliando prática e teoria, porém o que mais me empolgou no formato desse curso foi poder estar em contato com a aldeia desenvolvendo algo que é tão necessário para eles. (já conhecia aldeia)*

**R27:** *Todas as minhas expectativas não só foram atendidas, como foram superadas! Todas as explicações sobre o TEvap e sua construção foram excelentes, e, minhas dúvidas, Luiza respondeu de prontidão. Para além disso, eu cheguei alguns dias antes para auxiliar com o transporte dos materiais. Isso me permitiu ter um contato um pouco maior com a aldeia, algo que foi extremamente importante para mim como pessoa. Essa vivência me permitiu uma nova visão da etnia Guarani e suas crenças, me fez me olhar internamente de outra maneira e me abriu uma pra uma nova visão de mundo. As dinâmicas realizadas na Opy tiveram um papel essencial nisso, pois através delas eu consegui me conectar mais comigo e com tudo ao meu redor. As comidas típicas que comemos estavam muito gostosas e, como vegana, achei incrível que tem muitas comidas dessa cultura que são aptas para nós, veganos! E esse quesito era algo que eu ainda não conhecia da cultura Guarani, então foi muito importante e marcante para mim. Outro ponto ainda mais marcante pra mim foram os ensinamentos que tivemos principalmente com a cacique, Ju, e o vice-cacique, Flávio, que foram ensinamentos desde o preparo de alimentos, uso de plantas de forma medicinal, palavras em Guarani, até questões sobre a visão de mundo deles. E mais importante que esses ensinamentos, foi a amizade que levei com eles! A vivência desse curso com certeza mudou minha vida! (já conhecia aldeia)*

**R28:** *Ambas as experiências foram incríveis, superaram as expectativas. Para mim foi perfeito a junção entre o conhecimento adquirido com as aulas e construção da BET e sobre cultura Guarani e poder vivenciar a imersão dentro de uma aldeia. (já conhecia aldeia)*

**R29:** *A primeira impressão que fica é a dificuldade de acesso até a Tekoa: meia hora de barco fretado, sincronia com a maré, um bom trecho de mata fechada após chegar à ilha; já é uma situação capaz de mudar a perspectiva do ato de morar de alguém que sempre viveu em centros urbanos. Durante nosso período lá, me*

*marcou como os indígenas pareciam ser donos do tempo: mesmo conosco ali, eles viviam no seu ritmo, com seu próprio tempo para resolver seus afazeres, como eles conversavam baixo entre si, senti que eles abstraíam a necessidade de ter controle sobre a vida, e isso se tornava extremamente claro pelas suas histórias, vivências de migrações e a forma que eles enfrentavam as dificuldades de seu dia a dia. Mais do que sentir que estávamos auxiliando-os, essa experiência deu novo sentido ao termo "resistência", pois apesar de todos os empecilhos, eles permanecem com o seu modo de vida, quer isso facilite ou dificulte sua adaptação ao mundo contemporâneo.*



## APÊNDICE 7 – Logística para levar materiais à Tekoa Takuaty

O trabalho de logística dos materiais para a construção da BET foi realizado em dois momentos, totalizando em um total de duas semanas de trabalho. Os materiais carregados foram: 1200 tijolos; 20 sacos de argamassa de 20kg; 5 sacos de cimento de 50kg; encanamentos para água e esgoto; e 60 sacos de areia (totalizando 2m³); 30 sacos de brita (totalizando 1m³); entre outras ferramentas. A Figura 57 mostra o caminho completo percorrido sete vezes ao longo da pesquisa (e os caminhos entre 2 e 4, incontáveis vezes ao longo dos dois meses de construção).



Figura 57 - Percurso realizado com os materiais utilizados para a construção da BET na Tekoa Takuaty. Ponto 1 – Balsa de Valadares, Ponto 2 – Entrada do Mangue, Ponto 3 – Entrada da aldeia, Ponto 4 – Localização do Banheiro. Imagem: Google Earth, 2020.

A logística foi realizada nas seguintes etapas: trajeto dentro da cidade (transporte viário) até a Balsa de Valadares onde era possível fazer o descarregamento dos materiais para o barco frete (1); transporte marítimo entre a cidade e a ilha com barco grande fretado (2), transporte marítimo dentro do mangue entre o ponto que o barco frete conseguia chegar por conta na maré até a entrada da aldeia com o barco pequeno (3) e percurso a pé pela trilha da entrada da aldeia até o local de construção (4). A Figura 58a mostra a vista próxima ao ponto (2) com vista para o Porto de Paranaguá, próximo à entrada do canal em área de mangue que chega até a entrada da aldeia, e a Figura 58b mostra o canal entre (2) e (3) em um

momento de pico de maré (em horários de baixa mar, não é possível fazer este caminho).



Figura 58 – Proximidades da aldeia Tekoa Tekuaty. (a) Vista próxima à entrada do canal que chega até a entrada da aldeia, onde se vê o Porto de Paranaguá (Foto: Brenda Pontes). (b) Canal que leva à entrada da aldeia em meio ao mangue em um momento de pico de maré (Foto: arquivo pessoal).

O nível de dificuldade de cada trajeto variou conforme a altura da maré, já que em muitos momentos o carregamento teve que ser feito caminhando pelo mangue, outra dificuldade foi o carregamento pela trilha onde não era possível utilizar carrinho de mão em todo o percurso por conta do relevo da região, mas foi possível a realização a ajuda de voluntários e moradores da aldeia. Nessa etapa houve a participação ativa do Vice Cacique da aldeia Flávio Karai, dos jovens da aldeia e dos voluntários: Alexandre, Deise, Catherine, Janine, Michele, Larissa, Gabriel e Henrique. Esta etapa foi muito desafiadora devido à grande quantidade de materiais pesados, difíceis de carregar nas trilhas e no mangue, e por isso buscou-se também auxílio de moradores da Ilha dos Valadares, cuidadores de carros do centro histórico para carregar os materiais. A Figura 59 mostra as imagens destes percursos com os materiais utilizados para a construção da BET.

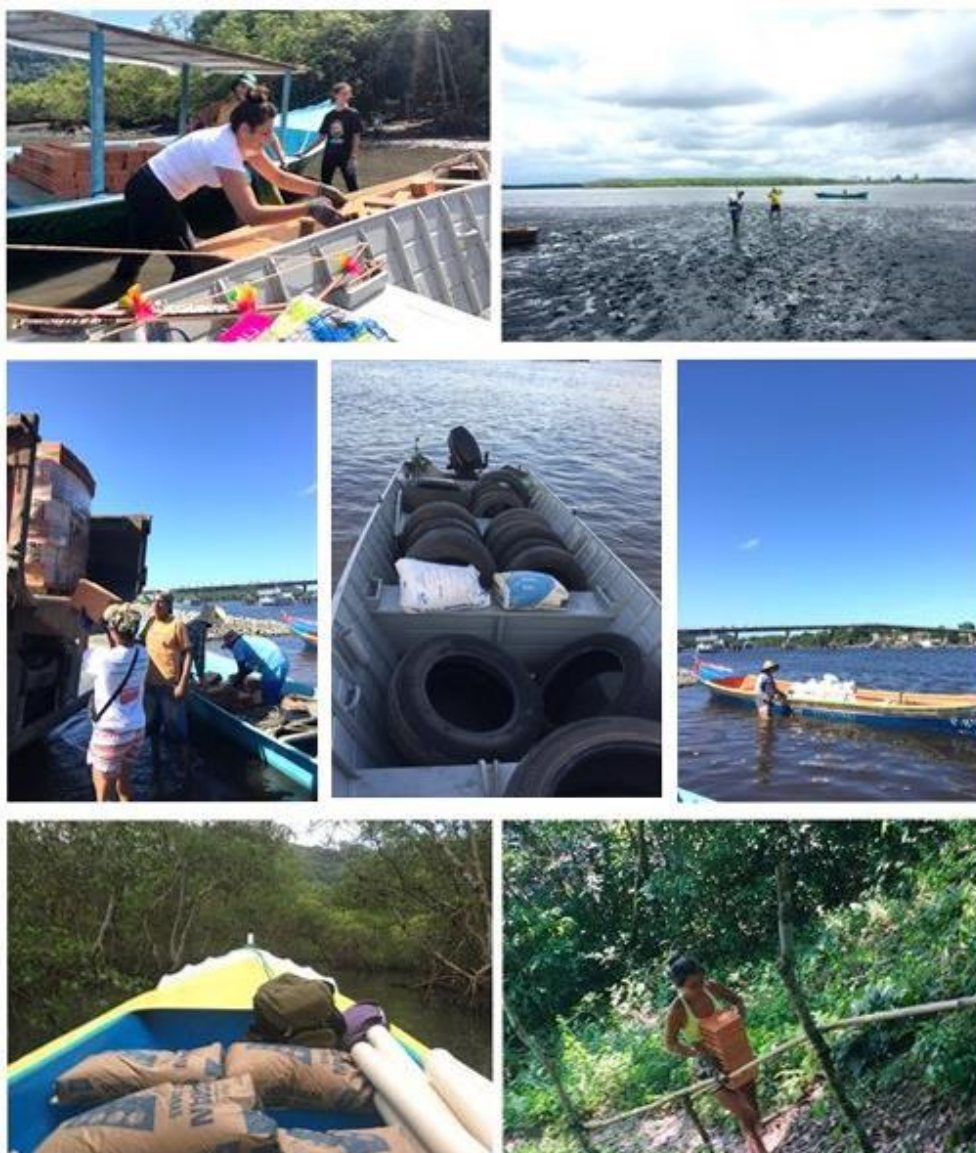


Figura 59 - Imagens dos percursos realizados com os materiais para a construção da BET.



**APÊNDICE 8** – Cartilha para a aldeia para auxílio na finalização da BET de forma remota devido à pandemia de COVID-19

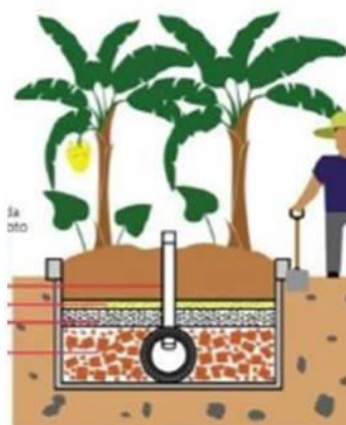
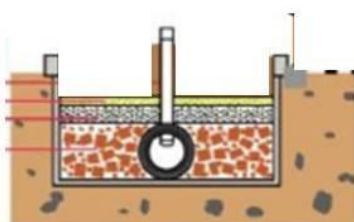


## Recadinho...

Por conta da pandemia do CORONA VÍRUS, infelizmente, não poderei mais ir para a aldeia nos próximos meses. Agradeço MUITO por tudo que fizemos até agora! Sei que o esforço foi muito grande, mas este projeto trará frutos para a aldeia e eu estarei sempre aqui para ajudar vocês com o que estiver ao meu alcance. Mas, agora vou pedir a última ajudinha, pois se não finalizarmos a BET, todo trabalho que fizemos pode ser perdido. Agora é a parte mais simples e gostosa do trabalho.

**Vamos lá!**

Já fizemos até aqui



Agora é só voltar a terra e plantar!

Mas tem alguns detalhes importantes!

## Voltar a terra para a BET!

- 1) A terra tem que chegar até a borda
- 2) Cuidado para não pisar no meio onde estão os pneus!
- 3) A terra tem que formar como se fosse um morrinho para a água da chuva escoar para fora

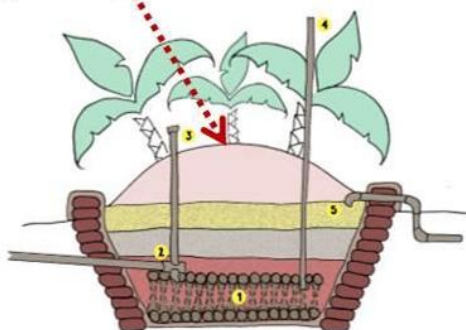
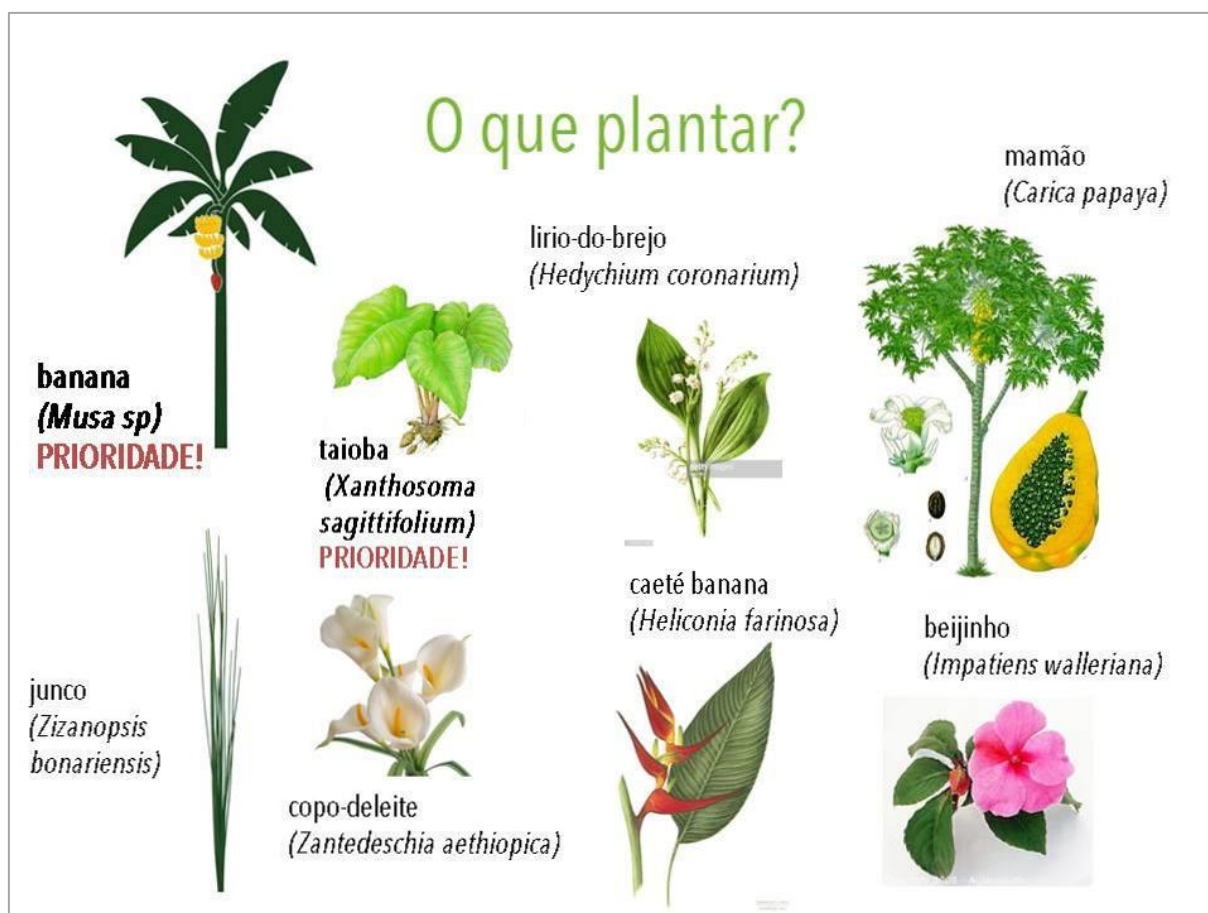


Foto: Projeto Origem



\*Observação: Foi conversado com a aldeia sobre os cuidados com as espécies exóticas, dando-se preferência às espécies já existentes na Ilha da Cotinga.



## Importante!

O que fazer	O que NÃO fazer
Descartar no vaso sanitário apenas urina (xixi) e fezes (cocô).	Não jogar no vaso sanitário: papel higiênico, absorvente, lixo em geral.
Dar preferência a produtos biodegradáveis para limpeza. Limão e vinagre limpam bem!	Não utilizar produtos como água sanitária, cloro e afins. Eles atrapalham o tratamento na BET.
Pode plantar bananeiras, mamoeiros e plantas ornamentais.	Não pode plantar tubérculos (batata, inhame, aipim), hortaliças (alface, agrião, rúcula), nem plantas com raízes profundas na BET.
Fazer o manejo das bananeiras e cobrir o solo da BET com as folhas secas.	Não deixar as bananeiras e plantas sem cuidado e o solo da BET exposto (sem folhas).

## Últimas observações!



Foto: Projeto Origem

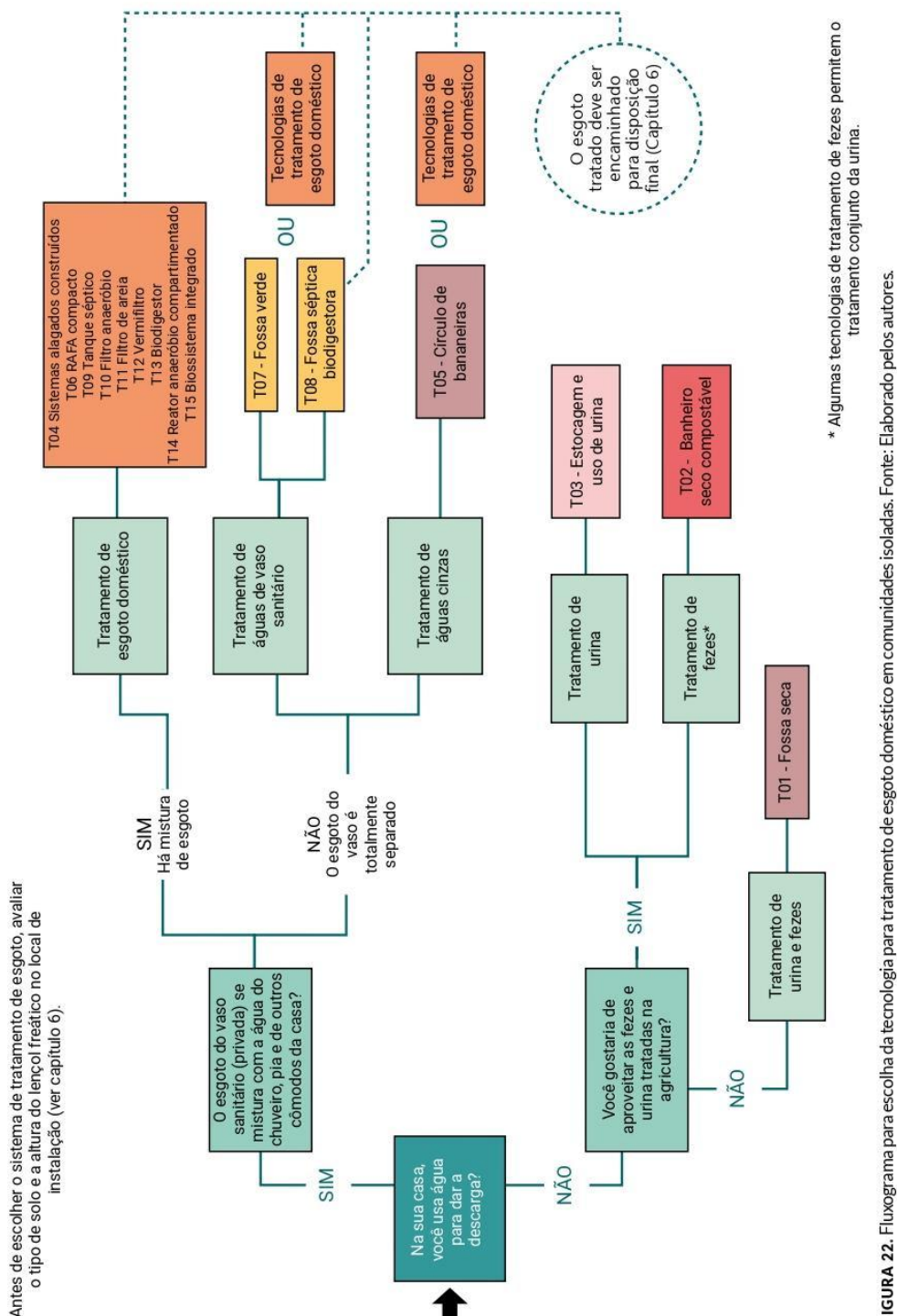
**Tubo ladrão:** Quando houver excesso de uso do banheiro ou de chuvas, a água pode sair da BET pela tubulação ladrão. Essa água não estará 100% tratada deve-se tomar muito cuidado! No futuro, faremos um círculo de bananeiras para trata-la!



Foto: Ana Flavia

**Caixa de inspeção:** Se for jogado papel, absorvente ou lixo no vaso sanitário, eles vão parar nesta caixa de inspeção, atrás do banheiro, para não chegar na BET. Esses materiais devem ser retirados com alguma vareta, utilizando luva para não haver contato com a pele e dever ser enterrados!

**ANEXO 1 – FLuxograma para escolha de tecnologia retirado do livro Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções de Tonetti et al. (2018)**



**FIGURA 22.** Fluxograma para escolha da tecnologia para tratamento de esgoto doméstico em comunidades isoladas. Fonte: Elaborado pelos autores.